

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

«Análisis de la influencia de los factores externos, uso de neopreno y condiciones de calor, en el rendimiento del triatlón olímpico femenino».



TESIS DOCTORAL

ALBERTO GARCÍA BATALLER

Licenciado en Educación Física

2016

DEPARTAMENTO DE FÍSICA E INSTALACIONES APLICADAS A LA EDIFICACIÓN, AL MEDIO AMBIENTE Y AL URBANISMO

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

«Análisis de la influencia de los factores externos, uso de neopreno y condiciones de calor, en el rendimiento del triatlón olímpico femenino».

Alberto García Bataller

Licenciado en Educación Física

DIRECTORES DE TESIS

Alberto Lorenzo Calvo

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Universidad Politécnica de Madrid

Roberto Cejuela Anta

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Universidad Politécnica de Madrid

2016

TRIBUNAL DE LA TESIS

Tribunal nombrado por el Mgfco. y Excmo. Sr. Rector de la Universidad
Politécnica de Madrid, el día _____

Presidente D. _____

Vocal D. _____

Vocal D. _____

Vocal D. _____

Secretario D. _____

Realizado el acto de defensa y lectura de tesis el día _____

en _____

Calificación: _____

EL PRESIDENTE

LOS VOCALES

EL SECRETARIO

*«La verdadera sabiduría consiste
no en ver lo que está inmediatamente ante nuestros ojos,
sino en prever lo que va a ocurrir».*

Publio Terencio (194-159 a. C.).

Agradecimientos

A todos los “Javieres”: Calderón, Durán, Rojo y Sampedro, que a lo largo de estos años han tenido una carpeta abierta con mi nombre y el título de tesis.

A Isabel Martín, que siempre me decía: «Cachorrito, tú tienes que hacer la tesis», y a la que nunca olvidaré ni olvidaremos en el INEF.

A mis compañeros de asignatura, Barbero y Cristina, cuyo apoyo diario me han permitido llegar a buen puerto.

A Roberto Cejuela, que desde que le conocí me ha empujado a presentar la tesis; y, algo que empezó en el ámbito profesional, ha terminado en amistad.

A Alberto Lorenzo, uno de esos alumnos que dejan pequeño al profesor, que aceptó este reto consiguiendo ordenar mi cabeza para que todo esto fuera posible y, sobre todo, tuviera forma de tesis.

A los doctores Santisteban y Neyro, que me han ayudado a comprender, estudiar, reflexionar y no desesperar en 12 años de triatlón de alto rendimiento.

A Ion Camus, que hace muchos años, y en un momento de zozobra profesional, supo y pudo ayudarme.

Y dejo para el final a los que han sido más importante en todo este proceso.

A Faustino y Julia, mis padres, les prometí que esto llegaría. Allí donde estéis, esto es por y gracias a vosotros.

Y, por supuesto, a Ana que en su faceta de deportista y con su dedicación, entrega, fuerza de voluntad, capacidad de lucha, sus éxitos deportivos y entrenamiento diario, han inspirado esta tesis y me ha permitido llegar a mis mayores logros como entrenador; y que en la faceta personal ha sabido comprender, motivar y

ayudar en la elaboración de esta tesis simplemente estando en el día a día.

Gracias a Ana y todos los aquí reflejados, porque sin vosotros esto no habría sido posible.

Y, cómo no... a todos los deportistas que desde el 88 confiaron en mí para poder llegar a conseguir sus máximos logros.

A todos los alumnos que han ido pasando ante mí en estos años, y que han sido capaces de asimilar todo lo que el profesor creía importante para ellos, y que en muchas ocasiones, con posterioridad, le han superado.

Índice

I. Introducción	1
II. Marco teórico	5
2.1. Antecedentes del triatlón	6
2.1.1. Aparición del triatlón	6
2.1.2. Características del triatlón olímpico	13
2.1.3. El triatlón en España	17
2.1.3.1. Número y distribución de licencias por Comunidades Autónomas y clubes	18
2.1.3.2. Promoción del triatlón en poblaciones especiales	21
2.1.3.3. Otras disciplinas.....	22
2.2. Factores del rendimiento en el triatlón	25
2.2.1. Tipologías de análisis de los factores de rendimiento en el deporte	28
2.2.2. Análisis analítico de los factores de rendimiento en triatlón olímpico....	30
2.3. La resistencia.....	30
2.3.1. La resistencia en función de su objetivo.....	31
2.3.2. La resistencia en función de la duración	33
2.3.3. La resistencia específica del triatlón	36
2.3.3.1. Análisis ergogénico de la carga interna	37
2.3.3.2. Relación entre el VO ₂ máx y el rendimiento en triatlón.....	38
2.3.3.3. Umbral anaeróbico en triatlón	40
2.3.3.4. Comportamiento de la frecuencia cardiaca durante el triatlón ..	41
2.4. La fuerza	46
2. 5. La velocidad	50
2. 6. La flexibilidad	51
2.7. La coordinación	52
2.8. Composición y estructura corporal	52
2.9. Condiciones técnicas y tácticas.....	54
2.9.1 Segmento de natación	54

2.9.1.1. Condicionantes técnicos.....	54
2.9.1.2. El traje de neopreno.....	55
2.9.1.3. Nadar a estela o <i>drafting</i>	56
2.9.1.4. Frecuencia y amplitud de ciclo	57
2.9.1.5. Coordinación de brazos y piernas.....	57
2.9.1.6. El rolido y el recobro	58
2.9.1.7. Viento y oleaje	58
2.9.1.8. Condicionantes tácticos.....	59
2.9.1.8.1. La orientación, cambios de ritmo y dirección	59
2.9.2. Transición natación-ciclismo (T1)	59
2.9.2.1 Condicionantes técnicos.....	59
2.9.2.2. Condicionantes tácticos.....	60
2.9.3. Segmento de ciclismo y transiciones	61
2.9.3.1. Condicionantes técnicos.....	61
2.9.3.2. Cadencia de pedaleo	62
2.9.3.3. Condicionantes tácticos.....	62
2.9.4. Transición ciclismo-carrera a pie (T2).....	63
2.9.4.1. Condicionantes técnicos.....	63
2.9.4.2. Condicionantes tácticos.....	63
2.9.5. Segmento de carrera a pie	64
2.9.5.1. Condicionantes técnicos.....	64
2.9.5.2. Frecuencia y amplitud de zancada.....	64
2.9.5.3. Técnica de carrera	67
2.10. Rendimiento en ambientes calurosos	69
2.10.1. Regulación de la temperatura durante el ejercicio	70
2.10.2. Influencia del calor en el rendimiento	74
2.10.3. Aclimatación al calor para la mejora del rendimiento	75
III. Objetivos e hipótesis.....	83
3.1. Objetivos e hipótesis de la investigación	84

3.1.1. Objetivos generales.....	84
3.1.2. Objetivos específicos	84
3.1.3. Hipótesis de investigación	84
IV. Metodología	85
4.1. Consideraciones previas.....	86
4.2. Diseño de la investigación	86
4.3. Muestra	88
4.3.1. Selección de la muestra.....	88
4.3.2. Características de la muestra	89
4.4. Instrumentos	90
4.5. Registro de tiempo y posiciones	90
4.6. Tratamiento de la información.....	93
4.6.1. Determinación de los tiempos parciales	93
4.7. Análisis estadístico	95
4.7.1. Análisis de los datos.....	96
V. Resultados	97
VI. Discusión de resultados	107
6.1. Antecedentes del análisis de competición en deporte de resistencia	108
6.2. Análisis de competición en triatlón	108
6.3. Rendimiento en natación y neopreno	110
6.4. Rendimiento en condiciones de calor.....	112
VII. Conclusiones	119
7.1. Conclusiones respecto al uso del neopreno.....	120
7.2. Conclusiones del efecto del calor en el rendimiento.....	120
7.3. Aplicaciones prácticas.....	120
7.4. Futuras líneas de investigación	123
VIII. Referencias bibliográficas.....	125

Índice de figuras

Figura 1. Evolución por años del número de licencias de triatlón en España.....	20
Figura 2. Licencias de triatlón por sexo y CC. AA.	20
Figura 3. Clubes de triatlón por CCAA. Fuente FETRI, 2015.....	21
Figura 4. Número de licencias de triatlón paralímpico.....	22
Figura 5. Evolución de inscripciones por especialidades en 2012, 2013 y 2014....	24
Figura 6. Fases del proceso de entrenamiento. Adaptado de Cuadrado, 2004. ...	26
Figura 7. Modelo de regulación de entrenamiento. Adaptado de Grosser, 1992.....	27
Figura 8. Esquema de los factores relacionados con la resistencia aeróbica (Charren, Dorado y López, 1996).....	36
Figura 9. Frecuencia cardíaca y concentración sérica de lactato en un test de simulación de un triatlón de distancia <i>sprint</i> (0,75 – 20 – 5 km) (Berbalk, Neumann y Pfutzner, 1997).....	43
Figura 10. Frecuencia cardíaca en la prueba olímpica de Atenas 2004.	43
Figura 11. Ejemplo de potencia generada en W por un triatleta masculino en una vuelta, 2º (7 km) en la Copa del Mundo de triatlón, Sídney 2000. (Bentley, Millet, Vleck y McNaughton, 2002).....	48
Figura 12. Potencia (W), velocidad km/h), cadencia de pedaleo (rpm) y frecuencia cardíaca (ppm) desarrollada en competición élite femenina durante el segmento de ciclismo (Chania, Grecia, 2008).....	49
Figura 13. Potencia (W), velocidad (km/h), cadencia de pedaleo (rpm) y frecuencia cardíaca (ppm) desarrollada en competición élite masculina durante el segmento de ciclismo (Copa del Mundo 2007).....	49
Figura 14. Se permite utilizar un traje de neopreno en aguas a -20º.	55
Figura 15. El <i>drafting</i> en ciclismo modifica las capacidades del deportista.....	62
Figura 16. En hombres, existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la 1ª y la 4ª vuelta para la amplitud de zancada y la velocidad de carrera. No se encontraron	

diferencias significativas para la frecuencia de zancada, pero hay una tendencia a decrecer en el comienzo y a incrementarse ligeramente en el final del segmento (Cala, Cejuela, Veiga, García, Navarro y Pérez-Turpín, 2008).....	66
Figura 17. En mujeres no se encontraron diferencia significativas ($p < 0,05$). Pero, las tendencias de las tres variables son muy similares a las de los hombres (Cala, Cejuela, Veiga, García, Navarro y Pérez, 2008).....	67
Figura 18. La hidratación es clave en el pre, durante y post esfuerzo en calor.	70
Figura 19. Formas de radiación y regulación de temperatura.	73
Figura 20. Mecanismos de regulación de la sed por el hipotálamo, Chicharro (2013).....	78
Figura 21. Tiempo de recuperación tras un ejercicio aeróbico y de fuerza excéntrico en condiciones de calor y humedad alta. Se observa cómo el grupo de deshidratados se recupera mucho más tarde y peor.	80
Figura 22. Chip colocado en el tobillo del deportista.	91
Figura 23. Chip electrónico utilizado para el cronometraje de las competiciones.	92
Figura 24. Alfombras lectoras utilizadas para el cronometraje de las competiciones.	92
Figura 25. Alfombra lectora colocada a la salida del área de transición en los JJ. OO. de Pekín 2008.....	93
Figura 26. Diagrama de cajas de tiempo en segundos logrado en la prueba de natación con traje de neopreno y sin traje de neopreno.....	100
Figura 27. Diagrama de cajas de tiempo total en segundos logrado con traje de neopreno y sin traje de neopreno.	101
Figura 28. Diagrama de cajas de tiempo en segundos logrado en la prueba de ciclismo en pista con repetidas subidas y pista plana.	101
Figura 29. Diagrama de cajas de tiempo total en segundos logrado con trazados duros y planos.	102

Figura 30. Diagrama de cajas de tiempo en segundos logrado en la prueba de natación con calor y frío.....	103
Figura 31. Diagrama de cajas de tiempo en segundos logrado en la prueba de ciclismo con calor y frío.....	103
Figura 32. Diagrama de cajas de tiempo en segundos logrado en la prueba de carrera con calor y frío.....	104
Figura 33. Diagrama de cajas de tiempo total en segundos logrado en condiciones de calor y frío.....	105

Índice de tablas

Tabla 1. Distancias oficiales del triatlón	14
Tabla 2. Norma de uso del neopreno en competición.....	15
Tabla 3. Número de licencias federativas de triatlón en España (2000 – 2015). 19	
Tabla 4. Distancias de los distintos tipos de duatlón.....	23
Tabla 5. Características de los tres tipos de resistencia básica	33
Tabla 6. Correlaciones del VO ₂ máx determinado en cada especialidad, tiempo empleado en cada segmento y tiempo total empleado en la prueba	40
Tabla 7. Potencia y cadencia de pedaleo de un triatleta varón	47
Tabla 8. Características físicas de triatletas de nivel internacional y de deportistas que se especializan en las disciplinas individuales que comprende el triatlón..	54
Tabla 9. Habilidades técnicas y tácticas del ciclismo.....	61
Tabla 10. Velocidades de carrera a pie en triatlón de diferentes estudios.....	65
Tabla 11. Factores que hacen variar la adaptación a las altas temperaturas.....	69
Tabla 12. Funciones refrigeradoras del hipotálamo	71
Tabla 13. Síntomas y efectos de la deshidratación	75
Tabla 14. Niveles de deshidratación según la NATA y según densidad de la orina	76
Tabla 15. Resumen de estudios sobre hidratación en diferentes deportes.....	79
Tabla 16. Comparación de medias de las pruebas.....	99
Tabla 17. Diferencias de FC y concentración de lactado en un 800m nado, con y sin neopreno.....	111

Resumen

El triatlón es un deporte combinado en el que sin solución de continuidad se hace un tramo de nado, en aguas abiertas, seguido por uno de ciclismo, para terminar en carrera a pie.

Las distancias son muy variadas, aunque la que nos importa en esta tesis es la denominada olímpica: 1.500 metros nadando, 40 km en bicicleta y 10 km en carrera a pie.

Es un deporte joven, nació a finales de los 80 y es olímpico solo desde los JJ. OO. de Sídney 2000. Sin embargo, esta juventud le ha hecho crecer con fuerza y con muchas ganas de conocerse por dentro a sí mismo. La elección de este deporte se debe, entre otros factores, a la afinidad personal como entrenador del equipo nacional en dos JJ. OO.

Por otro lado, al ser un deporte que se desarrolla al aire libre hace que sus participantes estén expuestos a los cambios climáticos, por lo que la adaptación a los mismos es un factor que juega a favor de la mejora del rendimiento. Cuando la temperatura del agua donde se nada es baja se permite la utilización de un traje especial de neopreno que aísla de dicha temperatura. Ambos elementos, neopreno y clima, están directamente relacionados con el resultado final de la prueba.

El objetivo de la presente investigación es demostrar cómo la utilización del neopreno influye en el resultado final de la misma y cómo las condiciones de calor también tienen una clara influencia en el resultado de la competición de élite femenino en triatlón olímpico de élite internacional. Realizado el análisis de los resultados de la competición de máximo nivel internacional entre 2005 y 2014 (382) participantes y 2.500 participaciones, claramente, los resultados obtenidos determinan que el uso del neopreno hace que la natación sea más rápida y que el calor influye negativamente en el ritmo de carrera a pie.

Abstract

Triathlon is a combined sport consisting on open water swimming, cycling and running, one after the other with no stops. Distance of the segments can vary, however this thesis will be focus in the called olympic distance: 1.500 meters swimming, 40 km cycling and 10 km running.

It's a relatively new sport, born in the final 80's, and olympic since Sydney Olympic Games in 2000. Nevertheless, it's growing fast and there's a high interest in knowing all the aspects of it.

The choice of triathlon is due, between other reasons, to the special personal affinity with the sport, coming from being the principal trainer of the Spanish National Team in two different Olympic Games (Sydney 2000 and Athens 2004).

As an outdoor sport, participants are exposed to weather changes and their adaptation to them plays a role in the final performance. When the water temperature in the swimming section is bellow certain degrees (20º C in the case of the olympic distance), a special isolation wetsuit is allowed for swimming. Both elements, weather and wetsuit, are related with the final results.

Main goal of this paper is to show the influence of the use of wetsuits in the final results, and how hot weather clearly impacts the result of the female elite races in olympic triathlon.

Results from highest performance competitions between 2005 and 2014 has been analysed. 382 participants and 2.500 participations. Results show clearly that the use of a wetsuit makes swimming faster and high temperature makes running slower.

I. Introducción

El ser humano siempre ha tenido una curiosidad innata por la superación personal y colectiva en todas las facetas de la vida desde el nacimiento de la humanidad. La civilización ha ido avanzando a medida que fueron surgiendo diferentes conocimientos y técnicas. La actividad física ha evolucionado de ser un hecho fundamental para la supervivencia a convertirse en una actividad a realizar durante el tiempo que se dedica al ocio.

El deporte, entendido este como «toda aquella actividad en la que se sigue un conjunto de reglas, con frecuencia llevada a cabo con afán competitivo» (Sánchez Bañuelos, 1986), como toda actividad social humana, ha sufrido un proceso de evolución tecnológico y social que muchas veces ha reflejado una competencia entre diferentes naciones o colectivos. Al igual que todo ámbito de desarrollo humano, el deporte es investigado en busca de mejorar lo que en el mismo acontece y proporciona beneficio a la sociedad.

El objetivo del presente trabajo de investigación es analizar la influencia de factores externos, el uso del traje de neopreno y la temperatura ambiente, en el rendimiento en mujeres triatletas.

El deporte al cual nos referimos es el triatlón, una combinación de tres deportes (natación, ciclismo y carrera a pie) en una misma competición y sin pausas.

Aunque existen antecedentes, el primer triatlón organizado que se conoce, surgió de forma espontánea en 1974, en un reducido círculo de amigos de San Diego, en Estados Unidos de América (Ruiz, 2006).

Apenas un cuarto de siglo después, a través de la pequeña pantalla del televisor, se introducía en los hogares de todo el mundo, la grandeza de este deporte en el marco incomparable que ofrece el mayor espectáculo deportivo y social de todo el mundo: los Juegos Olímpicos (en adelante, JJ. OO.). El 16 de agosto del año 2000, en Sídney (Australia), se produjo el acontecimiento histórico que marcaba el debut del triatlón en los JJ. OO.

Sin embargo, en 1875, el Barón Pierre de Coubertin, fundador de los JJ. OO. modernos, ya había hecho pública la necesidad de contar con un deporte que combinase la natación, el ciclismo y el atletismo. De esta forma, el padre de los JJ. OO. modernos veía cumplido su sueño de contar en el programa de competiciones con una disciplina que celebra el espíritu olímpico de juego limpio, resistencia, fuerza, capacidad y pasión (Comité Olímpico Internacional, 2004). Su estreno olímpico levantó una gran expectación, ya que 500.000 espectadores disfrutaron de la competición durante los dos días que duró (competición femenina y masculina).

La trascendencia de los JJ. OO. en la sociedad actual es innegable. La repercusión que tiene en los medios de comunicación es clara y patente. El lema: «*Citius, Altius, Fortius*» (más rápido, más alto, más fuerte) está perfectamente integrado en este nuevo deporte. El segundo principio fundamental de la Carta Olímpica define el *olimpismo* como una filosofía de la vida que exalta y combina en un conjunto armónico las cualidades del cuerpo, la voluntad y el espíritu. Aliando el deporte con la cultura y la educación, el olimpismo se propone crear un estilo de vida basado en la alegría del esfuerzo, el valor educativo del buen ejemplo y el respeto por los principios éticos fundamentales universales (Coubertin, 1918).

Esta declaración olímpica del triatlón lo califica como deporte embajador de los principios olímpicos y, por lo tanto, como un deporte que aporta una cara educativa certificada de transmisión de los valores olímpicos a través de su enseñanza.

Por ello, se plantea investigar los factores externos que influyen en el alto rendimiento del triatlón olímpico (1.500 metros de natación, 40 kilómetros de ciclismo y 10 kilómetros de carrera a pie, sin pausas). Y esta investigación se realiza a través del análisis de los resultados de las competiciones de élite internacional, y el desarrollo del campeonato del mundo que, al igual que otros deportes, ha optado por la modalidad de puntuación en varias pruebas que desembocan en una clasificación anual y que se cierra con una gran final de doble puntuación.

Intentaremos demostrar que los factores externos: calor, frío, neopreno, recorrido de bici (plano o con cuestas) pueden influir en el resultado final del triatlón olímpico, y con ello podremos establecer sistemas de entrenamiento más específicos a las circunstancias con las que nos encontraremos en cada una de las competiciones.

¿Por qué la realización de esta tesis doctoral con ese objeto de estudio y en esta disciplina deportiva? Varios y diferentes son los motivos que nos han llevado a estudiar el deporte del triatlón:

- El hecho de que sea un deporte de reciente creación en comparación con la mayoría de los deportes estudiados en la investigación científica y formativa de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Este hecho nos facilitará el estudio desde su origen como deporte olímpico.
- La perfecta identificación con las señas de identidad de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (INEF), en cuanto a formación y deporte se refiere.
- El desarrollo sostenible de las actividades físicas y deportivas en la naturaleza.
- La innovación y el desarrollo de los nuevos deportes. El ser deporte olímpico y su gran difusión popular.
- Por afinidad personal. Ya que la presencia en dos JJ. OO., Atenas 2004 y Pekín 2008, así como la relación con deportistas de élite hacen que podamos entroncar las experiencias recogidas con la integración en la enseñanza universitaria y con la investigación del rendimiento humano.

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes del triatlón

Podemos definir el triatlón de la siguiente manera: «El triatlón es un deporte combinado y de resistencia donde se desarrollan sin solución de continuidad natación, ciclismo y carrera a pie, siempre en ese orden y sin parar el cronómetro. El paso de un segmento a otro se denomina transición. El orden es el señalado y el cronómetro no se para durante las transiciones que componen el conjunto de la competición» (Reglamento de competición 2008, Federación Española de Triatlón, a partir de ahora FETRI).

A partir de aquí, comenzamos a desarrollar la evolución histórica que ha precedido el nacimiento de este deporte.

2.1.1. Aparición del triatlón

Las pruebas combinadas son los antecedentes al triatlón, puesto que estas pruebas siempre han sido la unión de los resultados en distintos deportes o modalidades. Bien es cierto que la principal diferencia de todas ellas con el triatlón es que nunca se han realizado de forma consecutiva en su desarrollo, fueran cuales fueran las especialidades a competir.

El primer antecedente de una prueba combinada se registra en el año 780 a.C., cuando el pentatlón se inscribió de forma oficial en los JJ. OO. Esta prueba constaba de lanzamiento de disco, jabalina, salto de longitud, carrera y lucha, siendo esta prueba la precedente en los JJ. OO. como prueba combinada, según Lehenaff y Bertrand (2001).

Posteriormente, con la decadencia del Imperio romano, se suprimen los JJ. OO. en el año 394 d. C, siendo el emperador Teodosio I quien decretó tal orden. Desde esa fecha hasta el siglo XIX, el deporte sufre un periodo de oscuridad y olvido.

El siguiente antecedente lo encontramos en los terceros JJ. OO. de la era moderna de Saint Louis (Estados Unidos) en 1904, donde surgió el decatlón, que consistía en realizar cuatro carreras, tres lanzamientos y tres saltos. Mientras que la tercera prueba combinada, que en la actualidad aún se celebra en los JJ. OO., el pentatlón, apareció por primera vez en los JJ. OO. de Estocolmo (Suecia) en 1912. Entonces las pruebas que se disputaban eran todas de origen militar, y muy dispares, como esgrima, hípica, natación, campo a través o tiro con pistola.

La primera vez que coincidieron las tres disciplinas del triatlón en las pruebas de pentatlón fue a raíz de la escasez de caballos provocada por la 1ª Guerra Mundial, donde se desarrollaron carreras de bicicletas para sustituir a la disciplina de hípica (Lehenaff y Bertrand, 2001).

A continuación, realizaremos un eje cronológico, para situar al lector en el origen de las pruebas combinadas que anteceden al triatlón, (Ruiz, 2006):

- 780 a. C.: inscripción de una prueba combinada en los JJ. OO., el pentatlón.
- 394 d. C.: se suprimen los JJ. OO. por Teodosio I, emperador de Roma.
- 1792: Aparecen en Suecia pruebas combinadas de lanzamientos, carrera a pie y natación.
- 1904: Un evento es llamado triatlón en los JJ. OO. de Saint Louis (Estados Unidos). Consistía en salto de longitud, lanzamiento de peso y una carrera de 100 yardas. También surge el decatlón.
- 1912: JJ. OO. de Estocolmo (Suecia). Se incluye el pentatlón moderno; es la primera vez que coinciden en una misma prueba las disciplinas del triatlón, al sustituirse en ocasiones los caballos por bicicletas (Lehenaff y Bertrand, 2001).

A principios del siglo XX, en Poissy (Francia), se celebraba la *Course des touche à tout* (carrera de los que saben de todo). Esta era una prueba de ambiente festivo,

similar a la que se hacía en la zona de Joinville (Francia), donde a veces se realizaba remo y en otras ocasiones natación. Sin embargo, estas pruebas no llegaron a popularizarse (Ruiz, 2006).

La primera referencia que se tiene en España de una prueba de similar organización fue el 19 de julio de 1963 en Castro Urdiales (Cantabria), donde se celebró un concurso de «ciclo-nata-cross». Esta prueba se organizó durante dos años, pero no tuvo más continuidad (Ballesteros, 1987).

Sin embargo, tenemos que dar un salto temporal y geográfico para encontrar el primer triatlón, reconocido como tal. Se celebró el 25 de septiembre del 1974, en Isla Fiesta, en Mission Bay, San Diego (Estado Unidos). Fue organizado por Jack Johnstone y Don Shanahan, y consistió en seis millas de carrera a pie, cinco de bicicleta y 500 yardas de natación. En ese orden, y realizando la carrera descalzos todos los participantes en tramos de hierba y arena, 46 participantes tomaron la salida en total, incluido el futuro fundador del Ironman, John Collins (Johnstone, 2000).

Pero la verdadera leyenda de este deporte, popularización y organización de sus segmentos y distancias, comenzó con el inicio del Ironman (hombre de hierro). Este surgió de una discusión en una cervecería de Honolulu (Hawái), la Primo Brewery, en la que se discutía cuál de las pruebas deportivas tradicionales de la ciudad era la más dura:

1. *Waikiki Roughwater Swim*: 2,4 millas de natación (3.800 metros aproximadamente).
2. *Around Oahu Bike Race*: prueba de ciclismo de 120 millas (180 kilómetros aproximadamente).
3. Maratón de Honolulu (42,195 kilómetros).

Finalmente, John Collins propuso que se realizaran las tres pruebas en el mismo día, siendo el vencedor de las mismas el Ironman (Galvao, 2003).

Así, el 18 de febrero de 1978, 15 triatletas comenzaron la aventura épica de completar el recorrido, y 12 de ellos acabaron la prueba. Se proclamó vencedor Gordon Haller, un taxista de profesión, que completó el recorrido en 11 horas y 46 minutos.

La primera mujer en participar en la prueba, fue Lyn Lemaire, al año siguiente, en 1979.

En 1980 participaron 108 triatletas, y Dave Scott, un joven entrenador de natación, pulverizó el récord del ganador, situando la marca en 9 horas y 24 minutos.

Ya en 1981, la prueba se trasladó a la zona de Big Island o Kona (Hawái), donde se disputa en la actualidad. Al ser una zona con menos densidad de tráfico, el número de participantes se ha ido incrementando e internacionalizando hasta poner un límite de 1.500. En la actualidad, para participar en la prueba del Ironman de Hawái, es necesario clasificarse con anterioridad en alguna de las pruebas de distancia Ironman que se celebran en cualquier parte del mundo.

A raíz de esta prueba fueron surgiendo otras distancias adaptadas a las diferentes demandas y necesidades de cada organización y participantes. Hasta que del 31 de marzo al 1 de abril de 1989, en Avignon (Francia), se establece la International Triathlon Union, siendo elegido presidente el canadiense Les McDonald, cuyo cargo ejerció hasta el año 2008. Ese año es sustituido por la española Marisol Casado, quien es la presidenta en la actualidad.

Como consecuencia del nacimiento de la federación internacional (International Triathlon Union), se celebra el 6 de agosto de 1989 en Avignon el primer campeonato del mundo de triatlón sobre la distancia olímpica (1.500 metros de natación, 40 kilómetros de ciclismo y 10 kilómetros de carrera a pie). Aquí se establecen

estas distancias y la denominación de olímpico, al ser las distancias de mayor recorrido sobre las que se disputan cada uno de los deportes que componen el triatlón en las pruebas que se celebran en los JJ. OO.: 1.500 metros de natación en piscina olímpica; ciclismo en pista de 40 kilómetros (en 1989 el ciclismo en ruta no era modalidad olímpica); y 10.000 metros de carrera a pie en la pista de atletismo.

De igual manera que en los antecedentes del triatlón, realizaremos un eje cronológico para situar al lector desde el origen de este deporte:

- 1895: el Barón Pierre de Coubertain hizo pública la necesidad de contar con un deporte que combinara la natación, el ciclismo y el atletismo, tres de los deportes presentes en los JJ. OO. modernos desde sus inicios. También dijo acerca del triatlón: «Necesitamos un deporte moderno y dinámico que celebre el espíritu olímpico del juego limpio, resistencia, fuerza, capacidad y pasión» (Comité Olímpico Internacional, 2004).
- 1902: inicios del triatlón en Francia en Joinville le Pont (carrera a pie, ciclismo y canoa). Luego se sustituiría la canoa por la natación, adoptando el nombre de *La course des desbrouillards* en Poissy. Esta consta de carrera a pie, ciclismo, otra vuelta de carrera a pie, y 30 metros de natación en el río Sena. Con el tiempo, el nombre de la prueba cambiará a *Course des touche à tout* (Ballesteros, 1987).
- 1921: el club de natación Petit Perillon, en Marsella (Francia), organiza un evento llamado *Carrera de tres deportes*. Consiste en un segmento de ciclismo de unos siete kilómetros, una carrera a pie de cinco kilómetros y, para finalizar, 200 metros de natación (USATRIATLON, 2003).
- 1963: primera referencia que se tiene en España de una prueba similar en un concurso de «ciclo-nata-cross», organizado en Castro Urdiales (Cantabria), el 18 de julio. Esta prueba se organizó durante dos años, pero no tuvo más continuidad (Ballesteros, 1987).

- 1972: primera carrera multideportiva en Estados Unidos. Creada por David Pain, un abogado de San Diego, fundador del movimiento *Masters* de carreras. Se llamó la Dave Pain Birthday Biathlon, y constaba de 4,5 millas de carrera a pie y un cuarto de milla de natación (Mora, 2001).
- 1974: el 25 de septiembre John Johnstone y Don Shanahan organizan el primer triatlón en Mission Bay, San Diego (Estado Unidos). La palabra *Triatlón* se usó por primera vez en el sentido moderno, fue en una hoja publicitaria de la competición (Johnstone, 2000).
- 1978: el 18 de febrero se celebra el primer Ironman, propuesto por John Collins, en Honolulu, Hawái (Estado Unidos).
- 1979: Lyn Lemarie es la primera mujer en correr un Ironman, en su 2ª edición. (Galvao, 2003).
- 1981: el Ironman se traslada a Big Island, Kona (Hawái, Estados Unidos). (Galvao, 2003).
- 1982: el 9 de abril se funda The United States Triathlon Association. En 1983 pasa a denominarse Triathlon Federation/USA. Y, en 1986, pasa a ser USA Triathlon.
- 1982: se celebra el primer triatlón de gran relevancia en Niza (Francia), lo que impulsará este deporte en Europa, haciendo la competencia al Ironman de Hawái. Se inició con financiación privada y sobre las distancias de 1,5 kilómetros en natación, 100 en ciclismo y 42 de carrera a pie.
- 1982: el 12 de septiembre se celebra el primer triatlón que ofrece un premio en dinero (Torrey Pines Triathlon). También es el primer triatlón de las series de Estados Unidos ganado por David Scott (Mora, 2003).
- 1983: se funda la British Triathlon Association.
- 1983: la palabra triathlon es añadida a la novena edición del Webster's New World College Dictionary.
- 1984: primera prueba de triatlón celebrada en España, en Guadalajara (Valero, 2003).

- 1986: en Santander, dos competidores españoles del triatlón de Niza organizan una prueba bajo patrocinio, lo cual da comienzo al primer circuito de triatlón en España, siendo este el año del despegue del triatlón en España (Ballesteros, 1987).
- 1987: primer Triatlón Blanco de Reinosa (Cantabria). Componen la competición los segmentos de: carrera a pie, ciclismo y esquí de fondo.
- 1989: del 31 marzo al 1 de abril. Primer congreso de la International Triathlon Union, en Avignon (Francia). Es elegido presidente el canadiense Les MacDonald.
- 1989: se celebra el 6 de agosto el primer campeonato del mundo de triatlón en Avignon (Francia), estableciéndose la distancia olímpica para el mismo: 1.500 m – 40 km – 10 km (Lago, 2003).
- 1989: creación en España de la Comisión Nacional del Triatlón, como resultado del acuerdo entre triatletas de las comunidades autónomas más representativas y la Federación Española de Pentatlón Moderno, que ofreció su cobertura legal a través del Consejo Superior de Deportes.
- 1991: El Comité Olímpico Internacional (COI), reconoce a la International Triathlon Union (ITU) como único cuerpo dirigente del deporte del triatlón en su nonagésimo séptima edición, en Birmingham (Inglaterra) (CBS, 2000).
- 1991: se crea la primera serie de copas del mundo de triatlón.
- 1991: el triatlón forma parte del programa de los juegos de la Commonwealth (Mancomunidad Británica de Naciones) (USATRIALON, 1999).
- 1993: los Juegos Panamericanos aprueban el triatlón para la competición en los juegos de 1995 (USATRIATLON, 1999).
- 1994: el 23 de julio el triatlón aparece en los Goodwill Games (CBS Sports 2000; USATRIATLON, 1999).
- 1994: en octubre el Comité Olímpico Internacional añade el triatlón a los Juegos Olímpicos de Verano. (CBS Sports, 2000).

- 1995: el triatlón es añadido a los Juegos Panamericanos en Mar de Plata (Argentina) (CBS Sports, 2000).
- 2000: el 16 y el 17 de septiembre el triatlón debuta en los JJ. OO. de Sídney (Australia).
- 2008: el 29 de noviembre Marisol Casado es elegida presidenta de la ITU en el congreso celebrado en Madrid (España), siendo la segunda persona que ocupa el cargo desde la fundación de la ITU y la primera española.
- 2009: se cambia el formato de campeonato del mundo, de prueba única al formato de Trial Series, siete pruebas y una gran final (que puntúa el doble que las demás). Resulta campeón del mundo aquel triatleta que consigue un mayor número de puntos al final de las series.
- 2010: primera prueba de relevos mixtos.
- 2011: se celebra el Primer Congreso Mundial de Ciencia y Triatlón en la Universidad de Alicante. Organizado junto a la ITU.
- 2013: no todas las pruebas que componen el desarrollo del campeonato del mundo se hacen sobre distancia olímpica, se empieza a incorporar la distancia *sprint*.
- 2015: el triatlón olímpico se incorpora a los Juegos Europeos desarrollados en Bakú (Azerbaiyán).

Desde las ideas del fundador de los JJ. OO. modernos, Pierre de Coubertain, acerca del triatlón, hasta la actualidad, este deporte ha experimentado un crecimiento exponencial en su expansión, tanto en el ámbito nacional como en el internacional.

2.1.2. Características del triatlón olímpico

Actualmente, el triatlón es regulado por un organismo internacional denominado International Triathlon Union (ITU), del cual dependen el organismo europeo European Triathlon Union (ETU) y el nacional, la Federación Española de Triatlón (FETRI).

En las pruebas de triatlón existen diferentes distancias de competición, las cuales se resumen en la tabla 1.

Tabla 1 *Distancias oficiales del triatlón*

Distancias	<i>Sprint</i>	Olímpico	Doble olímpico	Medio Ironman	Larga distancia	Ironman*
NATACIÓN	0,75 km	1,5 km	3 km	1,9 km	4 km	3,8 km
CICLISMO	20 km	40 km	80 km	90 km	120 km	180 km
CARRERA	5 km	10 km	20 km	21,097 km	30 km	42,195 km

Nota: km = kilómetros. Distancias oficiales de la ITU (International Triathlon Union) excepto la distancia Ironman (asociación privada independiente).

La prueba de triatlón de distancia *sprint* (0.75 km, 20 km, 5 km) es la más corta de las pruebas que se disputan en este deporte, pero la más desarrollada a nivel popular en la categoría denominada grupos de edad (19 a 40 años, no clasificados entre los 125º del ranking ITU) y categorías inferiores, cadetes 15 - 16 años y junior 17 - 18 años.

La distancia olímpica es el formato de competición en los eventos internacionales de mayor relevancia (JJ. OO., Campeonato del Mundo ITU, y campeonatos continentales), a excepción del Ironman de Hawái, que, como su propio nombre indica, se disputa bajo la distancia Ironman.

La principal diferencia entre las pruebas de corta distancia (*sprint* y olímpico) y las de larga distancia (doble olímpico, larga distancia y el Ironman), además de la evidente diferencia de distancias, se produce en la disputa del segmento de ciclismo en el formato de *drafting* no permitido (prohibido ir a rueda de otros triatletas) en las pruebas de larga distancia.

Cada uno de los segmentos y transiciones en el triatlón olímpico tiene características específicas:

1. El segmento de natación se realiza en aguas abiertas (mar, océanos, pantanos, lagos o ríos). La utilización en la misma del traje de neopreno está delimitada por el reglamento de competición, en función de la temperatura del agua (tabla 2):

Tabla 2 Norma de uso del neopreno en competición

Obligatorio por debajo de:	Permitido entre:	Prohibido desde:
17º C	17,1º C y 19,9º C	20º C

Nota: Reglamento de competición 2008, Federación Española de Triatlón (FETRI).

Si la temperatura del agua está por debajo de 13º C, se suspende la prueba. El estilo es libre y los triatletas deben realizar el recorrido delimitado por las boyas que marcan el recorrido.

El recorrido, habitual en las pruebas de élite internacionales, suele ser completar dos vueltas a un circuito de 750 metros. Salvo en los JJ. OO., donde el segmento de natación se desarrolla a una sola vuelta.

2. En el segmento de ciclismo se contempla “ir a rueda” (*drafting*), lo cual permite adoptar tácticas de equipo por parte de los triatletas. Se suele realizar en forma de circuito alrededor del área de transición, donde están colocadas las gradas para los espectadores. El perfil orográfico del segmento es diferente en función de la organización de la prueba, puede tener o no dificultades montañosas, pero nunca suele haber puertos largos de montaña. La principal diferencia con las pruebas de larga distancia es la realización de *drafting*. Esto diferencia completamente la preparación y disputa de las pruebas. En aquellas en las que no se permite ir a rueda (*no drafting*), la distancia exigida entre competidores en carrera es de un mínimo de siete metros por delante y tres metros en lateral, pudiendo ser penalizados por ese motivo.

3. El segmento de carrera a pie se suele disputar también en forma de circuito que transita por el área de transición, normalmente sobre asfalto y con varios puntos de avituallamiento para que los triatletas puedan tomar alguna bebida en su tránsito. Transiciones: el área de transición es un lugar cerrado donde tienen lugar las transiciones. Pueden existir una o dos áreas de transición, de natación a ciclismo (T1), y de ciclismo a carrera a pie (T2). Durante la T1, el triatleta se quita el traje de neopreno, si está permitido, deja las gafas de nadar y se pone el casco, coge la bicicleta de la mano y sale con ella hasta el lugar donde el juez le dé la señal para montar en la misma.
4. Durante la T2, se desmonta de la bicicleta en la línea de entrada, deja la bicicleta, se quita el casco y se pone las zapatillas de correr, en el menor tiempo posible. Algunos autores, como Sleiver y Rowlands, (1996), y Hue, Le Gallais, Chollet, Boussana, y Prefaut, (1998), han cuantificado este tiempo en menos de ocho segundos para realizar estas tres acciones en triatletas de élite.

En el triatlón se impide que el deportista reciba cualquier tipo de ayuda externa, aspecto que obliga al participante a tener que solventar él mismo los problemas técnicos que pudiera tener durante la prueba (pinchazos, averías, etc.). En la distancia olímpica existe una zona habilitada durante el segmento de ciclismo, donde el triatleta puede cambiar una de sus ruedas en caso de avería o pinchazo, pero sin ayuda externa. Durante el segmento de carrera a pie, hay zonas habilitadas para el avituallamiento líquido de los triatletas. Los participantes no pueden ser acompañados ni apoyados desde embarcaciones, vehículos o a pie. Si esto se produce, el participante será advertido. Si la situación no es rectificada, la sanción es la descalificación. Los ayudantes o entrenadores podrán dar sus consejos e informaciones situándose a los lados del recorrido, y permaneciendo quietos al paso de los participantes.

La técnica es un elemento muy importante de los factores de rendimiento de este deporte, especialmente en la natación, pero existe otro factor o característica que

no podemos dejar de mencionar: se trata de la estrategia y la táctica, es decir, la planificación de la prueba dependiendo de sus características, y su realización en la competición. Estos aspectos los abordaremos más adelante.

2.1.3. El triatlón en España

En España, la primera referencia histórica se tiene en una prueba parecida pero con los sectores en diferente distribución, en un concurso de «ciclo-nata-cross» organizado en la ciudad de Castro Urdiales (Cantabria), en 1963. El triatlón, en su secuencia original (natación – ciclismo – carrera a pie) llegaría a Europa a inicios de los años ochenta. En 1984, la ciudad de Guadalajara (Castilla la Mancha) organiza la primera prueba en España.

Hasta 1989 serían años de consolidación del deporte, fecha en la que tiene lugar la creación de la Comisión Nacional de Triatlón como resultado del acuerdo entre triatletas de las comunidades autónomas más representativas y la Federación Española de Pentatlón Moderno, que ofreció su cobertura legal a través del Consejo Superior de Deportes. En la actualidad, el organigrama deportivo del triatlón se ha consolidado, y ya tiene su propia federación independiente, FETRI (Federación Española de Triatlón).

A partir de la investigación de Ruiz Tendero (2006) se pueden diferenciar varios aspectos, tanto positivos como negativos, relacionados con el estado y la posible evolución del triatlón español. Entre los aspectos positivos cabe señalar:

1. El triatlón está en constante crecimiento y atrae a la gente.
2. Gran crecimiento y buena situación general.
3. Buenos resultados internacionales.
4. Se ha avanzado mucho en los últimos años, gracias en parte al impulso de su inclusión en los JJ. OO.
5. Buena calidad internacional en comparación con países similares a España.
6. Calidad en la organización de pruebas nacionales y autonómicas.

7. Se ha incluido el triatlón en el deporte escolar.

Asimismo, Ruiz Tendero señala aspectos que se deben tener en cuenta con vistas a mejorar la imagen del deporte y sus posibilidades de desarrollo. Son los siguientes:

1. Existe un buen número de clubes, pero la mayoría están dispersos y a nivel popular. Haría falta un mayor número de clubes que generen un deporte más profesionalizado.
2. Falta de patrocinadores privados. Falta de personal o voluntariado para llevar a cabo todas las buenas ideas que hay en la FETRI.
3. Mayor inversión económica, con el fin de lograr un acertado trabajo de base.
4. Mayor ayuda institucional para su implantación y popularización.
5. Mayor promoción en las escuelas a nivel regional y dar facilidades de entrenamiento a los clubes.
6. Mejorar el desarrollo en categoría de menores y promocionar la creación de escuelas de triatlón y competiciones de promoción.
7. Mejorar la capacitación de los entrenadores de triatlón y su reconocimiento profesional.
8. El triatlón no está lo suficientemente valorado por los medios de comunicación, ni bien remunerado en el alto rendimiento.

2.1.3.1. Número y distribución de licencias por Comunidades Autónomas y clubes

Si analizamos con datos cuantitativos la situación actual del triatlón en España, encontramos que las licencias federativas han aumentado constantemente desde 2000 hasta 2015, año en que se alcanza el máximo de licencias con 25.000.

Cada vez hay más triatletas en España. El número de practicantes de triatlón en nuestro país ha aumentado casi un 200 % desde finales de 2000 (año en que el triatlón fue olímpico por primera vez) hasta diciembre de 2015; se ha pasado de 4.036 a casi 25.000, es decir, se ha multiplicado por cinco.

De esas 25.000 licencias, 20.900 son masculinas y 4.000, femeninas. Las mujeres representan casi un 20 % de todas las licencias federativas de España, lo que implica un significativo y continuo crecimiento con respecto a años anteriores (tabla 3 y Figura 1).

Si analizamos estos datos por situación geográfica, la comunidad autónoma con más licencias federativas de triatló, a finales de noviembre fue Cataluña con 4.883, seguida por la Comunidad Valenciana (3.319), la Comunidad de Madrid (3.271). Andalucía (2.775) por primera vez desde que se controla el número de licencias en 2015 ha superado a Euskadi (1.821).

Tabla 3 *Número de licencias federativas de triatlón en España (2000 – 2015).*

AÑO	MASC.	FEM.	TOTAL
2000	3.026	667	4.036
2001	3.448	588	4.983
2002	4.305	652	5.336
2003	4.623	713	5.706
2004	5.290	793	7.066
2005	6.276	790	7.700
2006	6.661	1.032	9.202
2007	7.777	1.385	10.640
2008	8.725	1.570	11.996
2009	10.203	1.793	13.779
2010	11.486	1.963	16.044
2011	13.625	2.321	18.137
2012	15.576	2.561	21.079
2013	17.802	3.277	24.241
2014	16.539	3.345	19.999
2015	20.985	4.055	25.040

Nota: Masc. = masculino, fem. = femenino. Fuente FETRI, 2015.

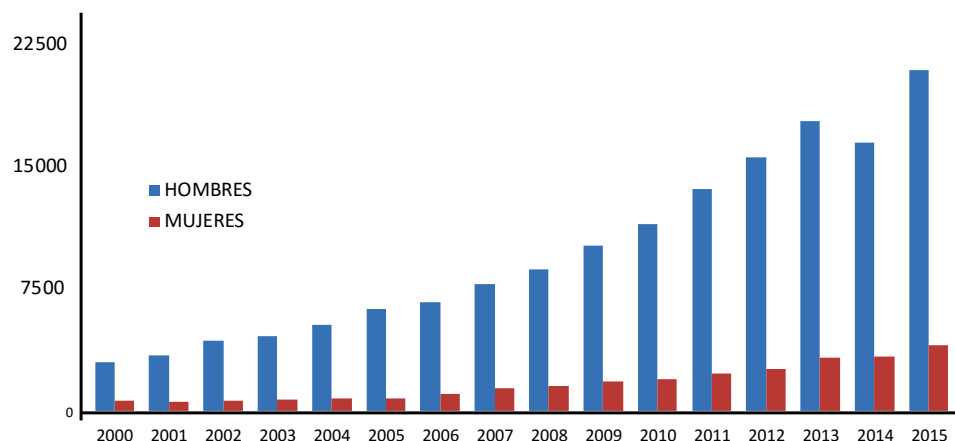


Figura 1. Evolución por años del número de licencias de triatlón en España.

Un grupo medio podría establecerse desde Canarias hasta la Región de Murcia, y un tercer grupo englobaría a las regiones con menor número de licencias, desde Cantabria hasta La Rioja. En la Figura 2, podemos observar el número de licencias por Comunidad Autónoma (Fuente FETRI, 2015).

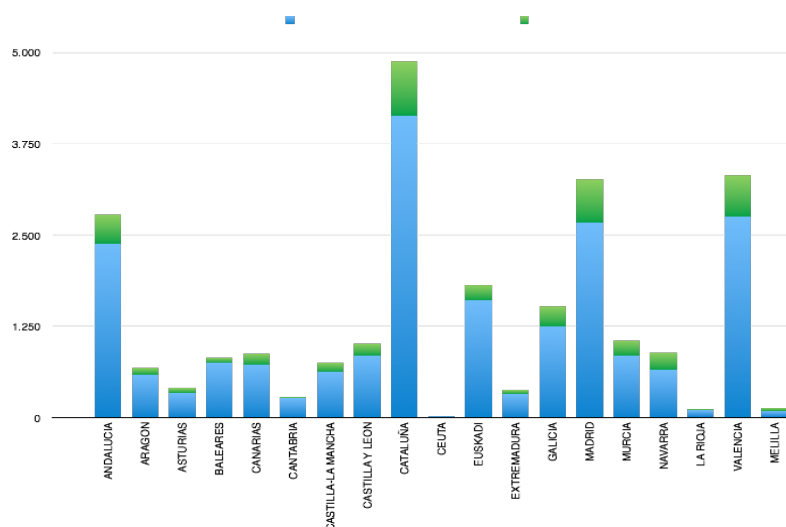
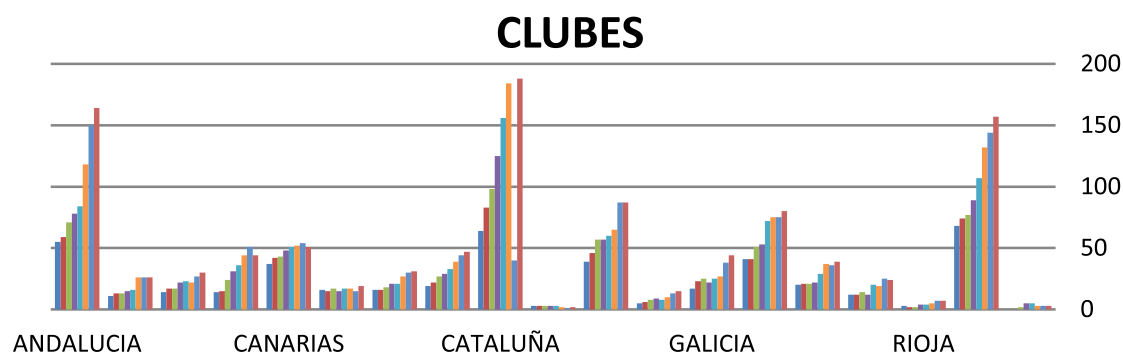


Figura 2. Licencias de triatlón por sexo y CC. AA.



En España, en 2015, hay 1.058 clubes de triatlón. Cataluña es la que tiene más clubes registrados (188), seguida por Andalucía (164) y Valencia (157). En la Figura 3, podemos observar el número de clubes distribuidos en las diferentes Comunidades Autónomas.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ANDALUCÍA	55	59	71	78	84	118	150	164
ARAGÓN	11	13	13	15	16	26	26	26
ASTURIAS	14	17	17	22	23	22	27	30
BALEARES	14	15	24	31	36	44	51	44
CANARIAS	37	42	43	48	51	52	54	51
CANTABRIA	16	15	17	15	17	17	15	19
CAST. LA MANCHA	16	16	18	21	21	27	30	31
CAST. LEÓN	19	22	27	29	33	39	44	47
CATALUÑA	64	83	98	125	156	184	40	188
CEUTA	3	3	3	3	3	2	1	2
EUSKADI	39	46	57	57	60	65	87	87
EXTREMADURA	5	6	8	9	8	10	13	15
GALICIA	17	23	25	22	25	27	38	44
MADRID	41	41	51	53	72	75	75	80
MURCIA	20	21	21	22	29	37	36	39
NAVARRA	12	12	14	12	20	19	25	24
RIOJA	3	2	2	4	4	5	7	7
VALENCIA	68	74	77	89	107	132	144	157
MELILLA	0	0	2	5	5	3	3	3

Figura 3. Clubes de triatlón por CCAA. Fuente FETRI, 2015

Los clubes deportivos forman la estructura básica de iniciación en el deporte. Cuanto mayor número de clubes, y de profesionales de las Ciencias del Deporte trabajando en ellos, más posibilidades de conseguir futuros rendimientos en los deportistas que acogen.

2.1.3.2. Promoción del triatlón en poblaciones especiales

En los grupos de promoción dentro de la población femenina y en la inclusión del paratriatlón en el programa olímpico.

Triatlón de la mujer

Siguiendo una corriente general en el deporte español el triatlón se ha sumado a las iniciativas en las que se promociona la actividad deportiva entre las mujeres, la iniciativa con el nombre de *triatlón de la mujer* ha pasado de 300 participantes en Madrid, en su primera edición, a tener cerca de 10.000, con ocho sedes, en 2015. Se utiliza la distancia *super sprint* 375 – 10 – 2,5. La cuenta pendiente de este

tipo de actividades es traspasar estos números al aumento de participación femenina en el triatlón tradicional.

Paratriatlón

Poco a poco el triatlón se ha ido sumando al resto de deportes en la promoción de su disciplina entre las personas con algún tipo de minusvalía. Es una disciplina compleja pero que día a día está teniendo más adeptos y mayor participación. Además, a partir de este año 2011 ha sido acogido por la familia paralímpica, formando parte del programa de los Juegos Paralímpicos de Río de Janeiro 2016.

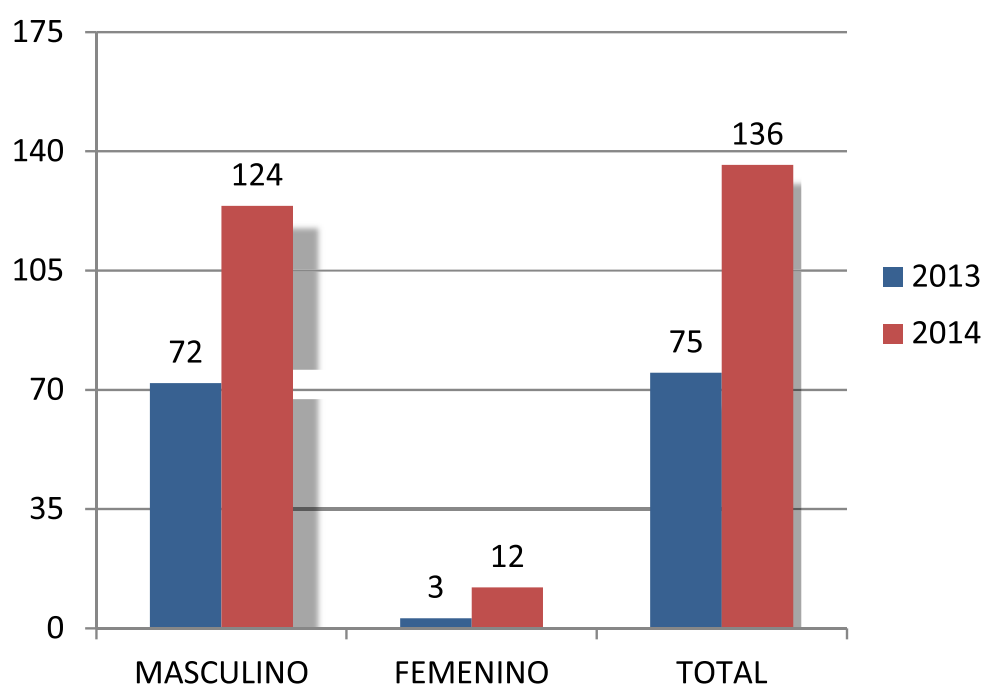


Figura 4. Número de licencias de triatlón paralímpico.

2.1.3.3. Otras disciplinas

La federación de triatlón además acoge otras disciplinas:

- Duatlón: disciplina en la que se combinan carrera – ciclismo – carrera. Las distancias se pueden ver en la tabla 4.

Tabla 4 Distancias de los distintos tipos de duatlón

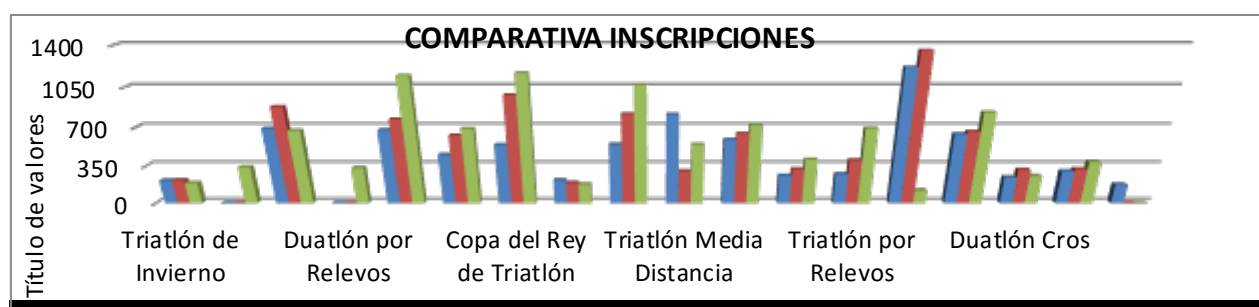
Disciplina	Carrera	Ciclismo	Carrera
<i>Sprint</i>	5 km	20 km	2,5 km
Olímpico	10 km	40 km	5 km
Varias	10-30 km	40-90 km	5-30 km

Nota: km = kilómetros.

- Duatlón cross: tiene las mismas disciplinas y estructuras que el duatlón normal, pero en esta especialidad se participa con bici de montaña y la carrera transcurre por pistas y caminos sin asfaltar.
- Triatlón cross: tiene la misma estructura que el triatlón, pero en esta disciplina el ciclismo se hace con bici de montaña por caminos sin asfaltar y la carrera se desarrolla por terrenos sin asfaltar.
- Acuatlón: en esta especialidad se combinan la carrera 2,5 km la natación 1 km y nuevamente la carrera 2,5 km.
- Crono por equipos: también existen modalidades por equipos, en esta concretamente pueden salir un máximo de ocho componentes y tienen que llegar un mínimo de cuatro, ya que es el cuarto del equipo el que puntúa. La prueba se desarrolla con todo el equipo a la vez, pudiendo dar relevos e incluso ayudarse entre ellos. Las distancias son las de un triatlón *sprint* (750 m – 20 km – 5 km).
- Pruebas de relevos: esta modalidad también es por equipos, pero en este caso cada participante debe realizar de manera individual un triatlón *super sprint* (375 m – 10 km – 2 km) dando el relevo a su compañero al acabar para que este realice el mismo esfuerzo. Los equipos están compuestos por cuatro integrantes, dos hombres y dos mujeres. Por parte de la ITU se está intentando que esta sea la próxima incorporación al programa olímpico.
- Triatlón de invierno: disciplina en la que la natación se sustituye por

esquí de fondo y el segmento de ciclismo se realiza con bicicleta de montaña sobre nieve, al igual que la carrera. Las distancias son muy variables pero se busca que la duración esté en torno a las dos horas.

Por último, es útil ver la progresión que ha habido en el número de inscripciones y de la participación en los diferentes campeonatos oficiales y disciplinas controladas por la FETRI.



	2012	2013	2014
Triatlón de Invierno	212	214	188
Duatlón Larga Distancia	0	0	337
Duatlón Contrarreloj por Equipos	688	878	669
Duatlón por Relevos	0	0	327
Duatlón	673	769	1145
Acuatlón	450	624	686
Copa del Rey de Triatlón	541	980	1167
Triatlón por CCAA	214	189	174
Triatlón Sprint	544	815	1068
Triatlón Media Distancia	813	299	543
Triatlón Olímpico	586	640	719
Triatlón Cros	256	317	407
Triatlón por Relevos	270	399	690
Triatlón Larga Distancia	1216	1358	117
Triatlón por Clubes	637	658	830
Duatlón Cros	242	312	255
Triatlón Cadete, Junior y Paratriatlón	298	317	386
Duatlón por CCAA	174	0	0

Figura 5. Evolución de inscripciones por especialidades en 2012, 2013 y 2014.

2.2. Factores del rendimiento en el triatlón

El proceso de entrenamiento deportivo es un complejo que se desarrolla normalmente en base a una planificación de las cargas de trabajo que el entrenador va a aplicar a su/s deportista/as. Para realizar esa planificación, el entrenador debe basarse en varios datos y hechos, unos objetivos y otros subjetivos, que le den información. Estos pueden ser de dos tipos:

1. Unos acerca de la competición a preparar y las demandas que esta exige para lograr el éxito.
2. Otros acerca del proceso que se está produciendo y las consecuencias que el mismo tiene en el deportista que prepara.

Estos datos servirán para poder dirigir el proceso a lo largo de un periodo de tiempo determinado con el mayor éxito posible. Dentro de este complejo proceso, podemos distinguir diferentes fases (figura 6).

En la primera fase, el análisis del deporte, se realiza la determinación de los factores que influyen en el rendimiento, así como la determinación del orden de importancia de estos factores en el resultado final de la competición.

Determinar los factores de rendimiento es fundamental para optimizar el proceso de entrenamiento de una modalidad deportiva. Para hacerlo, es necesario realizar un análisis de los mismos desde diferentes perspectivas (figura 7).

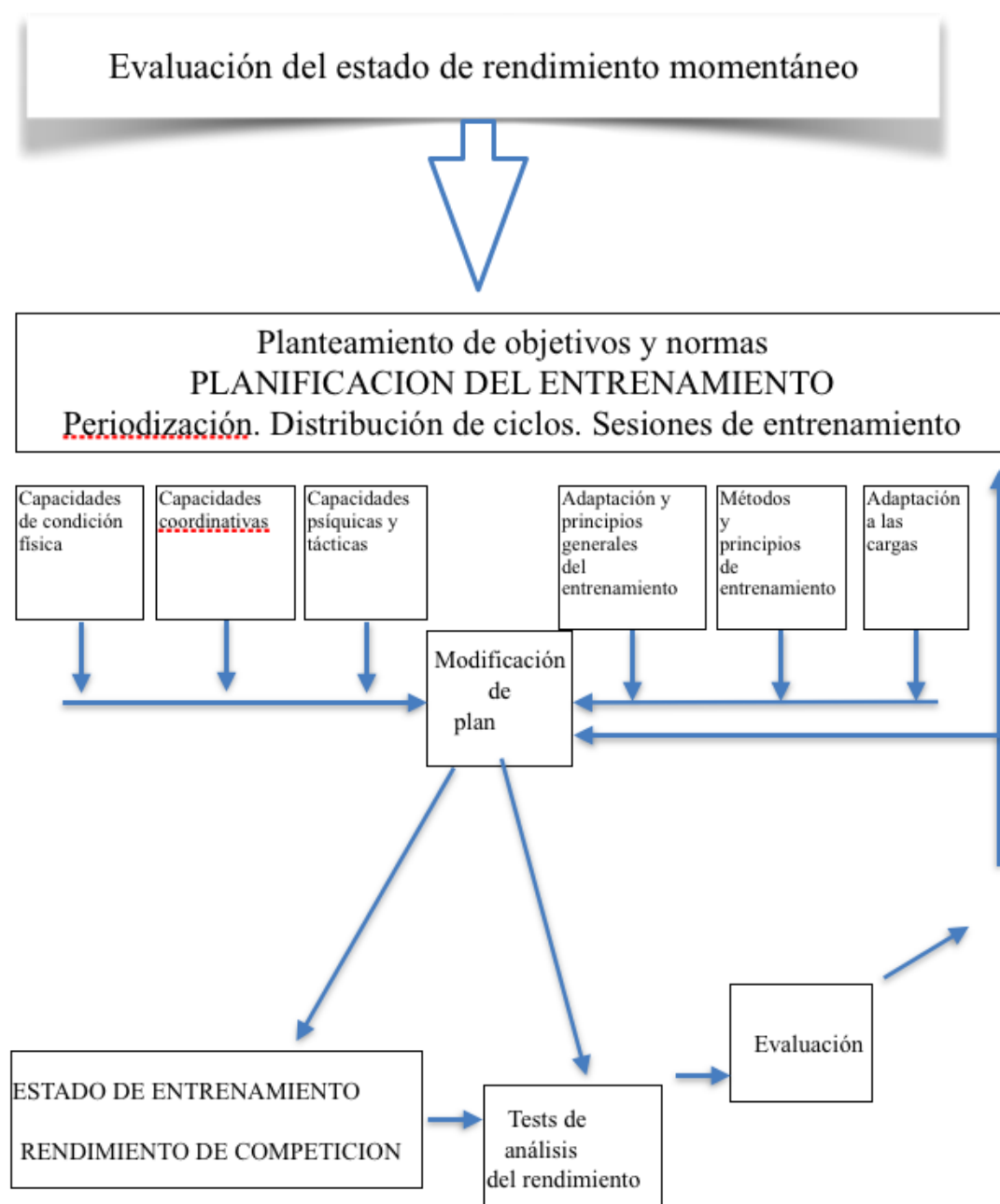


Figura 6. Fases del proceso de entrenamiento. Adaptado de Cuadrado, 2004.

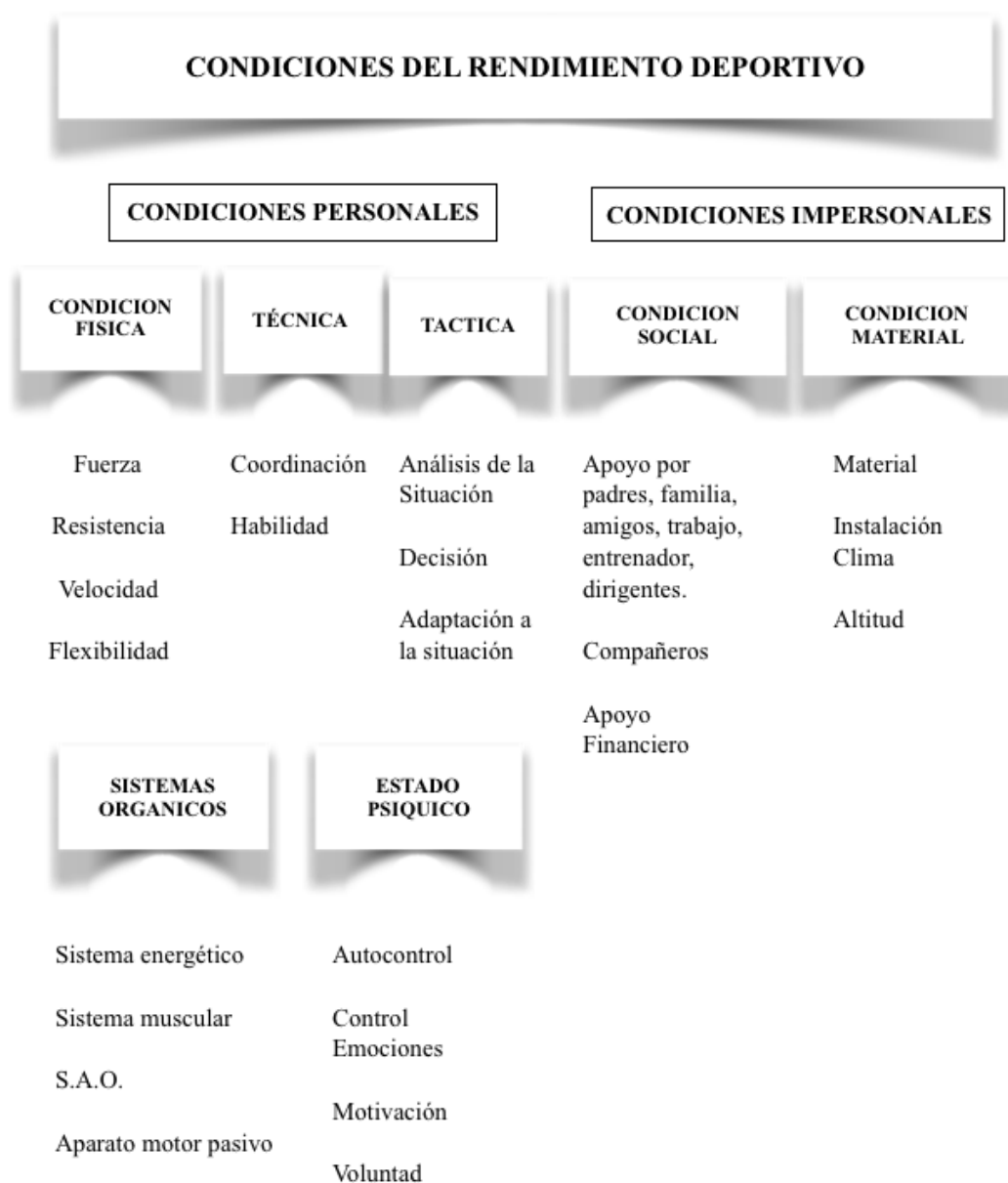


Figura 7. Modelo de regulación de entrenamiento. Adaptado de Grosser, 1992.

Estas perspectivas abarcan diferentes campos temáticos, que requieren de un análisis minucioso de cada uno de ellos y de su interacción, para determinar la influencia en el rendimiento deportivo.

2.2.1. Tipologías de análisis de los factores de rendimiento en el deporte

Para determinar los factores de rendimiento de un deporte, se pueden realizar diferentes análisis. Vamos a describir diferentes metodologías de análisis, en función de los objetivos que tenga el mismo (Sánchez, 2000):

- **Análisis analítico:** es el análisis que se basa en la conceptualización de la programación deportiva y el desarrollo de los componentes básicos del deporte (Matveev, 1983 y Platonov, 1988), donde se analizan todos los condicionantes físicos, técnicos y tácticos que influyen en el rendimiento deportivo. Dentro de este, se incluirían los aspectos condicionales, como son la fuerza, la resistencia, la velocidad, etc., y los aspectos técnicos, tácticos, estratégicos y psicosociales, como son la motivación, la atención, la concentración, etc.
- **Análisis estructural:** es el análisis de la estructura del juego desde un punto de vista pedagógico, como la estructura del juego en deportes colectivos (Bayer, 1975). Los elementos analizados son: el móvil, el terreno, las zonas de marca o puntuación, las reglas, los compañeros y los adversarios.
- **Análisis funcional:** el cual analiza las funciones que desempeñan los/as deportistas dentro del deporte (Bayer, 1986). Bayer establece dos situaciones básicas para los deportes colectivos, como punto de partida a partir de la posesión o no del móvil o del balón. Según esto, establece dos fases: una de ataque y otra de defensa.
- **Análisis ergogénico:** en el cual se determinan los componentes de la carga interna y externa del deportista, que nos indican la exigencia fisiológica del deporte. Los componentes de la carga interna son: la frecuencia cardiaca, el consumo máximo de oxígeno, el umbral anaeróbico y la producción de ácido láctico, que acontecen en el deportista durante

la competición. Los componentes de la carga externa son: las distancias recorridas, el tiempo invertido en recorrerlas y las acciones realizadas por deportistas en la competición. También analiza la capacidad motora necesaria para la realización adecuada de los gestos específicos deportivos. Dentro de estas habilidades, se incluyen los tipos de desplazamiento, saltos, giros, lanzamientos, situaciones de contacto, etc. (Refoyo, 2001).

- Análisis praxológico: se basa en los estudios realizados por Parlebas, en 1981 y 1988, acerca de las relaciones existentes entre los componentes que determinan la estructura de los deportes y la «lógica interna», que el autor determina como un sistema de los elementos pertinentes a toda situación ludo-motriz, y el abanico de consecuencias prácticas que puede provocar dicho sistema.

Existen, pues, diversos análisis que abarcan todas las posibilidades que se dan en la realidad competitiva del deporte. Para realizar el análisis de los factores de rendimiento en un deporte como el triatlón, teniendo en cuenta sus características (individual y de resistencia) y el objetivo de nuestra investigación, creemos que los análisis más convenientes a realizar son el ergogénico, para la determinación de la carga externa e interna que supone las demandas fisiológicas de la competición; y el analítico, para la determinación de los condicionantes físicos, técnicos y tácticos.

Como punto de partida, realizaremos una revisión bibliográfica de los factores de rendimiento en triatlón olímpico estudiados hasta la fecha, en base a un análisis analítico para determinar todos los condicionantes físicos, técnicos y tácticos; y un análisis ergogénico de la carga interna para determinar la exigencia fisiológica que demanda la competición. A partir de este marco teórico, y en base a la metodología que describiré, realizaré un análisis basado en la carga externa que demanda la competición de triatlón olímpico elite. Determinaré las conclusiones respecto al rendimiento en competición, que nos servirán como base, para desa-

rollar estrategias de preparación y entrenamiento más específicas para lograr el éxito en futuras competiciones.

2.2.2. Análisis analítico de los factores de rendimiento en triatlón olímpico

A continuación, desarrollaremos un análisis analítico de los factores de rendimiento en el triatlón olímpico. Es el análisis que se basa en la conceptualización de la programación deportiva y el desarrollo de los componentes básicos del deporte (Matveev, 1983 y Platonov, 1988), donde se analizan todos los condicionantes físicos, técnicos y tácticos que influyen en el rendimiento deportivo. Dentro de este, se incluirían los aspectos condicionales como son la fuerza, la resistencia, la velocidad, etc., y los aspectos técnicos, tácticos, estratégicos y psicosociales como son la motivación, la atención, la concentración, etc.

2.3. La resistencia

En toda la literatura estudiada se pueden observar muchas definiciones de resistencia:

1. Harre (1987): «Capacidad del deportista para resistir a la fatiga».
2. Alves (1998): «Capacidad de realizar una prestación de una determinada intensidad, sin deterioro de la eficiencia mecánica a pesar de la acumulación de fatiga».
3. La más completa quizá sea esta de Grosser (1989): «Capacidad física y psíquica de soportar la fatiga frente a esfuerzos largos y/o la capacidad de recuperación rápida después del esfuerzo».

Esta es la cualidad fundamental a desarrollar en cualquier deportista y más si hablamos de edades jóvenes comprendidas entre los 10 y 18 años. El posterior rendimiento de cualquier especialidad dependerá de aplicar durante una determinada fracción de tiempo la velocidad, la fuerza, etc. Y, por tanto, tener resistencia será el factor limitante para el propio rendimiento. Por otro lado, el tener

un nivel óptimo de resistencia va a determinar la capacidad de recuperación del deportista y le va a permitir tener una amplia base para construir el desarrollo del resto de cualidades físicas.

En cualquier deporte se desarrolla la resistencia con alguno de los siguientes objetivos:

1. Mantener una cierta intensidad de carga durante el mayor tiempo posible.
2. Aumentar la capacidad de soportar las cargas de entrenamiento o competición.
3. Recuperarse rápidamente entre las fases de esfuerzo.
4. Estabilizar la técnica deportiva y la capacidad de concentración en deportes de mayor exigencia técnica.

La resistencia se puede estudiar y clasificar desde muy diversos puntos de vista, pero solo lo vamos a hacer desde aquellos aspectos que son más relevantes para el rendimiento. Así, podemos distinguir diversos tipos de resistencia en función de diversos factores de estudio.

2.3.1. La resistencia en función de su objetivo

Resistencia de base

Este tipo de resistencia se usa fundamentalmente en aquellos deportes que no son de resistencia. Su entrenamiento permite sentar las bases sobre las que se construirá el resto de cualidades en deportes técnicos, tácticos y de fuerza explosiva y velocidad. Permite facilitar la recuperación entre cargas. La resistencia básica se divide en:

- RBI: tiene un carácter independiente de las especialidades deportivas y se adquiere a través de ejercicios generales. Sirve para todos los deportes y especialidades. Los objetivos que cubre son:
 1. Mejorar el estado de salud.

2. Soportar cargas de entrenamiento elevadas de carácter específico.
 3. Soportar cargas de competición.
 4. Hacer más soportable la carga psíquica.
 5. Facilitar el entrenamiento de otras capacidades.
 6. Mejorar la capacidad físico-motriz general.
 7. Mejorar la capacidad de recuperación de volúmenes elevados.
 8. Mejorar la recuperación de cargas de alta intensidad.
- La Resistencia de Base II (RBII): se emplea en los deportes de resistencia para generar la adaptación general del organismo a los esfuerzos de resistencia específica. Al contrario de los ejercicios que se emplean en RBI lo de RBII tienen un carácter específico. La RBII no tiene transferencia a otras especialidades deportivas. Los objetivos que cubre son:
 1. Aumentar las reservas de resistencia.
 2. Facilitar la transferencia al desarrollo de la resistencia específica.
 3. Crear la base de una técnica más económica.
 4. Mejorar la tolerancia psíquica al esfuerzo.
 5. Facilitar el entrenamiento de otras capacidades.
 6. Mejorar la condición aeróbica general.
 7. Mejorar la coordinación intermuscular.
 8. Mejorar el aporte energético.
 - La resistencia de Base III: es aquella que se relaciona con los deportes acíclicos, es decir, en deportes colectivos y de combate. Los objetivos que cubre son:
 1. Facilitar el entrenamiento técnico y táctico.
 2. Aumentar la capacidad física.
 3. Reducir las lesiones.
 4. Facilitar el entrenamiento de la resistencia específica de juego.
 5. Mejorar la condición aeróbica general.
 6. Mejorar la salud.

7. Mejorar la capacidad de recuperación dentro del propio juego.

Las características generales de los tres tipos de resistencia se pueden observar en la tabla 5.

Tabla 5 *Características de los tres tipos de resistencia básica*

Resistencia de base I	Resistencia de base II	Resistencia de base III
RBI	RBII	RBIII
Resistencia aeróbica general de carga media-intensa.	Resistencia aeróbica general submáxima.	Resistencia aeróbica general de intensidad submáxima y cambios interválicos de cargas.
Capacidad aeróbica media.	Elevada capacidad aeróbica.	Capacidad mayoritariamente aeróbica.
Uso económico de la capacidad aeróbica.	Aprovechamiento óptimo de la capacidad aeróbica.	Cambio constante de metabolismo mixto.
Situación estable del metabolismo aeróbico.	Metabolismo mixto aeróbico-anaeróbico.	Alternancia de formas de movimiento.
Ejercicios variados y globales.	Ejercicios específicos.	

Nota: Fuente Navarro, 1998.

2.3.2. La resistencia en función de la duración

La resistencia específica

Es el tipo de resistencia que se adapta a las necesidades de competición en cuanto a duración del esfuerzo y gesto técnico. Zintl la define como: «la capacidad de obtener un alto rendimiento bajo las condiciones temporales de la especialidad deportiva».

1. Resistencia de corta duración (RCD): de 6 a 15 segundos. Como sustrato utiliza la degradación del fosfágeno almacenado en la fibra muscular.
2. Resistencia de media duración (RMD): de 15 segundos a 1,30 minutos. Como sustrato utiliza la glucólisis anaeróbica.
3. Resistencia de larga duración I (RLDI): de 1,30 a 8 minutos. Predominio del metabolismo aeróbico-anaeróbico.
4. Resistencia de larga duración II (RLDII): de 8 a 35 minutos. Predominio del metabolismo aeróbico con utilización principal de los hidratos de carbono.
5. Resistencia de larga duración III (RLDIII): de 35 minutos a 2 horas. Predominio del metabolismo aeróbico con utilización de hidratos de carbono y grasa simultáneamente.
6. Resistencia de larga duración IV (RLDIV): más de 2 horas. Predominio de metabolismo aeróbico, utilizando fundamentalmente las grasas de manera casi primordial.

La duración de cada uno de los tipos de resistencia estará en función de la edad, experiencia y nivel de entrenamiento del deportista. Así, cuanto mayor y más experiencia tenga, los tiempos se pueden prolongar; y, al contrario, cuanto más joven y menos experiencia, los tiempos se harán más cortos.

El sistema aeróbico está compuesto por una serie de sistemas anatómicos y fisiológicos que condicionan su efectividad, formando dos grandes grupos: los relacionados con el sistema de aporte de oxígeno (FACTOR CENTRAL) y los que lo hacen con la capacidad aeróbica de los músculos específicos (FACTOR LOCAL).

- Factor central: relacionado con la capacidad de circulación central y en él podemos encontrar las siguientes limitaciones a tener en cuenta:
 1. Cantidad de aire que puede ser inspirada y espirada por los pulmones.
 2. Cantidad de oxígeno que pasa a la sangre desde los pulmones.
 3. Cantidad de sangre que llega a las células a través del torrente sanguíneo.
 4. Capacidad de eliminación de los desechos celulares y CO₂ a través de la sangre, retorno venoso.

- Factor local: está en función de la capacidad muscular de absorber y utilizar el oxígeno que le llega a través del SAO (Sistema de Aporte de Oxígeno).
 1. Eficiencia de las células musculares encargadas de la utilización del oxígeno.
 2. Absorción y utilización del oxígeno (respiración celular o interna).

Ambos factores pueden influir decisivamente en la capacidad aeróbica del individuo. Así, podemos tener una gran capacidad en nuestro sistema cardiorrespiratorio y, por tanto, ser capaces de enviar una gran cantidad de oxígeno a nuestra musculatura, pero puede que no está preparada para la utilización de aquél, bien por ineficacia o por falta de mitocondrias encargadas de la respiración celular. Al contrario, también podemos limitar el rendimiento aeróbico del sujeto. Por esto, a medida que aumenta la intensidad de entrenamiento, se debe entrenar en condiciones lo más parecidas posibles a la técnica de competición, es decir, el entrenamiento debe ser más específico.

Otro de los factores limitantes de la eficacia aeróbica es el umbral anaeróbico. Este es el punto en el cual el nadador puede desplazarse a la máxima velocidad posible sin que se acumule ácido láctico en su musculatura, o lo que es lo mismo, es capaz de mantener su organismo en equilibrio, elimina el mismo lactato que produce y por tanto el cociente producción/eliminación es igual a uno. Tradicionalmente, se ha dado como punto de Uan la acumulación de 4 mM/l (4 milimoles de lactato por litro de sangre), pero hoy en día se sabe que es muy variable entre individuos y el mismo puede estar en función de diferentes factores: momento de la temporada, tipo de entrenamiento realizado, especialidad, estilo, etc. Por eso es necesario hacer su medición de manera exacta y objetiva siguiendo los protocolos que para ello hay ya establecidos. Los valores de Uan pueden situarse entre 3 y 4 mM/l.

2.3.3. La resistencia específica del triatlón

- General: según el volumen de la musculatura implicada, porque interviene más de la séptima parte de la musculatura total del cuerpo.
- Aeróbica: condicionada por los factores centrales, capacidad de suministro de oxígeno a la musculatura, y factores periféricos, como la capacidad de utilización de dicho oxígeno por parte de los músculos implicados (figura 8).
- Anaeróbica láctica: con acumulación de ácido láctico, en momentos puntuales y determinantes de la prueba como la salida, cambios de dirección en el segmento de natación (boyas), las transiciones, cambios de ritmo en el segmento de ciclismo (siempre con *drafting* permitido), y la llegada a la meta (Ehrlér, 1994; Cejuela, Pérez, Villa, Cortell y Rodríguez, 2007).
- Dinámica y estática: al trabajar la musculatura de forma concéntrica, excéntrica e isométrica, según diferentes momentos de la prueba. Por ejemplo, en el segmento de ciclismo, la musculatura lumbar trabaja de forma isométrica o el recto anterior en la natación, mientras que la acción muscular del pedaleo es concéntrica, y en la carrera a pie la acción es excéntrica más concéntrica (Quigley y Richards, 1996; Cala, Cejuela, Veiga, García, Navarro y Pérez, 2008).

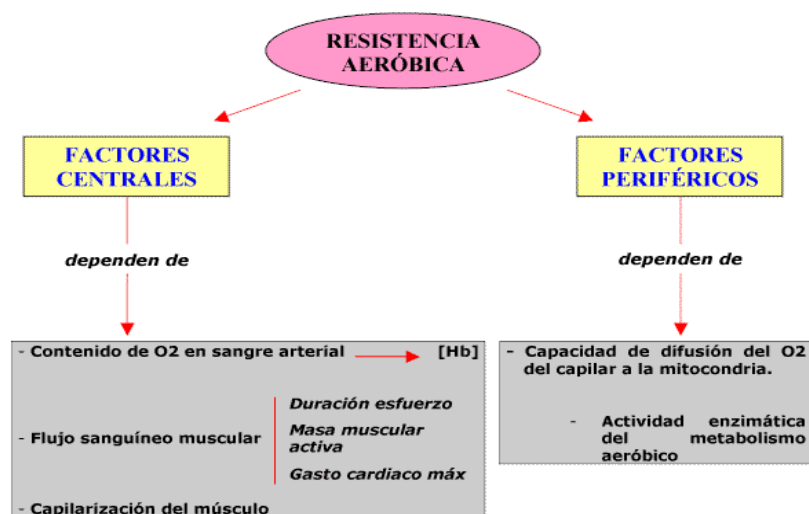


Figura 8. Esquema de los factores relacionados con la resistencia aeróbica (Chavarren, Dorado y López, 1996).

- De base II: según la importancia dentro del deporte, con el objetivo de crear una adaptación general del organismo a los esfuerzos específicos de resistencia. Es la base para el trabajo de la resistencia específica (García-Manso, 1998).
- De larga duración III: según la duración de la carga de competición, siendo esta la resistencia específica del triatlón olímpico (Harre, 1987). Comprende esta resistencia una duración entre 90 minutos y 6 horas (duración del triatlón olímpico entre 1h 43' y 2h 15'). El sistema motor de esta resistencia se compone de un 70-80% de las fibras ST (fibras musculares rojas o lentas) y el 20-30 % de fibras FT (fibras musculares blancas o rápidas). Las bases energéticas del rendimiento son las reservas de glucógeno (siendo un objetivo del entrenamiento su incremento), y los factores decisivos del rendimiento para ella son los siguientes (Zint, 1991):
 1. El umbral anaeróbico.
 2. La capacidad aeróbica.
 3. Depósitos de glucógeno muscular y hepático.
 4. Oxidación de las grasas.

2.3.3.1. Análisis ergogénico de la carga interna

En el análisis ergogénico se determinan los componentes de la carga interna y externa del deportista, que nos indican la exigencia fisiológica del deporte. Los componentes de la carga interna son: la frecuencia cardiaca, el consumo máximo de oxígeno, el umbral anaeróbico y la producción de ácido láctico, que acontecen en el deportista durante la competición. Los componentes de la carga externa son: las distancias recorridas, el tiempo invertido en recorrerlas y las acciones realizadas por deportistas en la competición, que se describirán en los resultados de este trabajo.

2.3.3.2. Relación entre el $\text{VO}_2\text{máx}$ y el rendimiento en triatlón

El volumen máximo de oxígeno ($\text{VO}_2\text{máx}$) es la cantidad máxima de oxígeno que se puede absorber en un minuto (Svenson, 1999).

El parámetro fundamental para rendir en un triatlón es el tiempo que el deportista es capaz de mantener un consumo de oxígeno cercano al máximo (Cundiff, 1993). Este parámetro lo determina el umbral anaeróbico individual que, como indicamos antes, varía en las tres disciplinas. Este se sitúa, en los triatletas de élite, entre el 72-76 % del $\text{VO}_2\text{máx}$ en natación, entre el 61-81 % del $\text{VO}_2\text{máx}$ en ciclismo, y entre el 70-72 % del $\text{VO}_2\text{máx}$ en carrera (O'Toole, Douglas y Hiller, 1989; Schneider, Lacroix, Atkinson, Troped, y Pollack, 1990; Sleivert y Wenger, 1993).

O'Toole y Douglas (1995) indican que los triatletas tienen el umbral anaeróbico en porcentajes del $\text{VO}_2\text{máx}$ similares a los especialistas, en cada una de las disciplinas, pese a que acumulan un menor volumen de entrenamiento de cada una de las disciplinas, pero alcanzando valores de intensidad similares en las distancias de competición. En varios estudios, se ha analizado el $\text{VO}_2\text{máx}$ de cada segmento por separado, utilizando test específicos. Comparando estos valores con los de nadadores, ciclistas y corredores, se observa que no existen grandes diferencias (Chavarren, Dorado y López Calbet, 1996).

En cuanto al valor de $\text{VO}_2\text{máx}$, Ballesteros (1987) indica que un triatleta con un consumo de oxígeno inferior a 50 ml/kg/min difícilmente podrá desenvolverse bien en este deporte. Según este autor, los triatletas de nivel internacional poseen consumos de oxígeno que rondan los 75-80 ml/kg/min. Laurenson, Fulcher y Korkia (1993) compararon el $\text{VO}_2\text{máx}$ de triatletas de élite con el de triatletas amateurs, siendo significativamente mayor ($p < 0,05$) el de los élite.

Asimismo, son pocos los estudios que encuentran correlación entre el $\text{VO}_2\text{máx}$ específico del nado y el tiempo invertido en dicho segmento. Butts, Henry y Mclean,

(1991) hallaron una correlación entre ambas variables de $r = -0,49$ (triatlón *sprint*); Sleivert y Wenger (1993) encontraron correlaciones aceptables entre el tiempo empleado en el segmento de nado (1km) y el $\text{VO}_2\text{máx}$ relativo a dicha especialidad ($r = -0,48$ en hombres y $r = -0,93$ en mujeres). En este mismo estudio se constata también una buena correlación ($r = -0,98$), solo en mujeres, entre el $\text{VO}_2\text{máx}$ relativo a la natación y el tiempo total empleado en la prueba (1km de nado, 30 km de pedaleo y 9 km de carrera).

Respecto al $\text{VO}_2\text{máx}$ y el segmento de ciclismo, Schabort, Killian, Gibson, Hawley y Noakes (2000); y Bentley, Wilson, Davie y Zhou (1998) encontraron una buena correlación entre este parámetro (calculado mediante un test progresivo máximo en cicloergómetro) y el tiempo invertido en el parcial de ciclismo durante un triatlón de distancia olímpica. En el primer estudio, además, se encontró una buena correlación ($r = -0,82$) entre dicho valor de consumo y el tiempo global de la prueba. Zhou, Robson, King y Davie (1997) encontraron correlaciones aceptables entre $\text{VO}_2\text{máx}$ y VO_2 relativo al umbral ventilatorio anaeróbico, ambos obtenidos mediante un test progresivo máximo en cicloergómetro, y el tiempo parcial del segundo segmento ($r = -0,77$) y total ($r = -0,64$) de un triatlón de distancia intermedia entre un *sprint* y un olímpico (1 – 30 – 8 km). El formato de disputa de este segmento, *drafting* o *no drafting*, condiciona las correlaciones (tabla 6).

Respecto al $\text{VO}_2\text{máx}$ específico de la carrera, al igual que en el segmento de ciclismo, Schabort, Killian, Gibson, Hawley y Noakes (2000) encontraron que el porcentaje del $\text{VO}_2\text{máx}$ sostenido a una velocidad de 15 km/h correlacionaba significativamente con el tiempo en los 10 km de carrera ($r = -0,83$) y con el tiempo total de la prueba ($r = -0,81$). Por su parte, Zhou *et al.* (1997) hallaron una buena correlación ($r = -0,73$) entre el $\text{VO}_2\text{máx}$ hallado en tapiz y el tiempo invertido en el tercer segmento de un triatlón de distancia intermedia *sprint* y olímpica (1 km natación, 30 km ciclismo y 8 km carrera a pie) (tabla 6).

Tabla 6 Correlaciones del VO_2 máx determinado en cada especialidad, tiempo empleado en cada segmento y tiempo total empleado en la prueba

Correlación entre el VO_2 máx (nado) y el tiempo parcial del segmento de natación. *Correlación con el tiempo total de la competición.	Butts <i>et al.</i> (1991) -0,49	Sleivert y Wenger (1993) -0,48 (hombres) -0,93 (mujeres) -0,98* (mujeres)
Correlación entre el VO_2 máx (ciclismo) y el tiempo parcial del segmento de ciclismo. *Correlación con el tiempo total de la competición.	Schabort <i>et al.</i> (2000) y Bentley <i>et al.</i> (1998) -0,82*	Zhou <i>et al.</i> (1997) -0,77 -0,64*
Correlación entre el VO_2 máx (carrera) y el tiempo parcial del segmento de carrera. *Correlación con el tiempo total de la competición.	Schabort <i>et al.</i> (2000) -0,83 -0,81*	Zhou <i>et al.</i> (1997) -0,73

Notas: *et al.* = y otros; VO_2 máx = consumo máximo de oxígeno o capacidad aeróbica.

Como conclusión, Chavarren, Dorado y López Calbet, (1996) afirman que la correlación entre el VO_2 máx y el rendimiento en triatlón parece depender de la distancia de la prueba, siendo mayor en pruebas cortas. Por lo tanto, en la distancia *sprint* es donde presenta una mayor correlación.

2.3.3.3. Umbral anaeróbico en triatlón

Ha sido definido por Svenson (1999) como: «el nivel de intensidad del ejercicio más allá del cual cualquier incremento en el mismo producirá un incremento

lineal en la concentración de ácido láctico», lo cual viene a reforzar el concepto de máximo lactato sostenido (MLS). Es fundamental, por tanto, conocer dicho umbral, pues nos marcará la intensidad de esfuerzo que puede ser mantenida sin que aparezca una progresiva acumulación de ácido láctico (Chavarren, Dorado y López-Calbet, 1996). El umbral anaeróbico es un factor mejorable con el entrenamiento específico del triatlón, y, si se cuantifica de manera adecuada, puede relacionarse con el rendimiento (Sleivert y Rowlands, 1996).

Relacionado el análisis ergogénico con el analítico, la economía de movimiento estaría definida por Sleivert y Rowlands (1996) como: «el coste en oxígeno de un ejercicio realizado a una velocidad estándar y predeterminada». Una buena “economía de movimiento” en natación, ciclismo y carrera permite al triatleta reservar energía para posibles cambios de ritmo, ya sean al final o durante la prueba, un factor determinante en el triatlón olímpico. Éste es un área susceptible de grandes mejoras en los triatletas (Sleivert y Rowlands, 1996).

2.3.3.4. Comportamiento de la frecuencia cardiaca durante el triatlón

La frecuencia cardiaca (F_c) sigue un comportamiento ascendente progresivo, con algunas consideraciones, durante la disputa de un triatlón olímpico. La posición horizontal y el menor efecto de la gravedad, junto con una implicación menor de la masa muscular que en los otros dos segmentos, provoca que la frecuencia cardiaca media en el segmento de natación alcance un menor valor (Millet, Candau, Barbier, Busso, Rouillon y Chatard, 2002).

Durante el segmento de ciclismo aumenta el valor de frecuencia cardiaca, al igual que la media, al incrementarse la masa muscular activada (toda la musculatura del tren inferior). El segmento final de carrera a pie es donde mayor resulta el valor de la frecuencia cardiaca, al igual que su valor medio, debido a la implicación de casi todos los grupos musculares del cuerpo. En este segmento, la frecuencia cardiaca se mantiene por encima de las 170 pulsaciones (Ehrler, 1994).

Se ha determinado que cada especialidad presenta un valor diferente de umbral anaeróbico individual (O'Toole y Douglas, 1995). Como podemos observar en la Figura 16, la línea discontinúa sitúa el umbral anaeróbico individual (U.Ana) de cada especialidad, el cual se sitúa en un rango diferente de pulsaciones. La intensidad de la frecuencia cardiaca se sitúa durante toda la prueba muy próxima al umbral anaeróbico individual de cada segmento, tanto por encima como por debajo, lo cual refleja la gran intensidad que supone la competición.

Durante las transiciones, el rango de frecuencia cardiaca ve aumentado siempre su valor al igual que a la llegada a meta (Figura 16). Estas acciones son fundamentales en el desarrollo de la prueba y suponen una intensidad mayor para el triatleta, al contrario de lo que se puede pensar, incluso viendo la Figura 15. Los valores de frecuencia cardiaca que esta refleja se ven condicionados por la toma de muestras de sangre, realizados en cada transición y al finalizar el test, lo cual provocaba que los/as triatletas tuvieran que pararse, justo al contrario que en competición, donde se incrementa mucho el ritmo de la prueba.

Comparando las figuras 9 y 10, podemos observar la diferencias sobre todo durante el segmento de ciclismo, donde en el test de laboratorio (figura 9) la frecuencia cardiaca sigue un comportamiento lineal estable, mientras que durante la competición (figura 10) presenta un comportamiento de “diente de sierra” derivado por la dinámica de la competición en este segmento (curvas, subidas, arrancadas, frenazos, etc.).

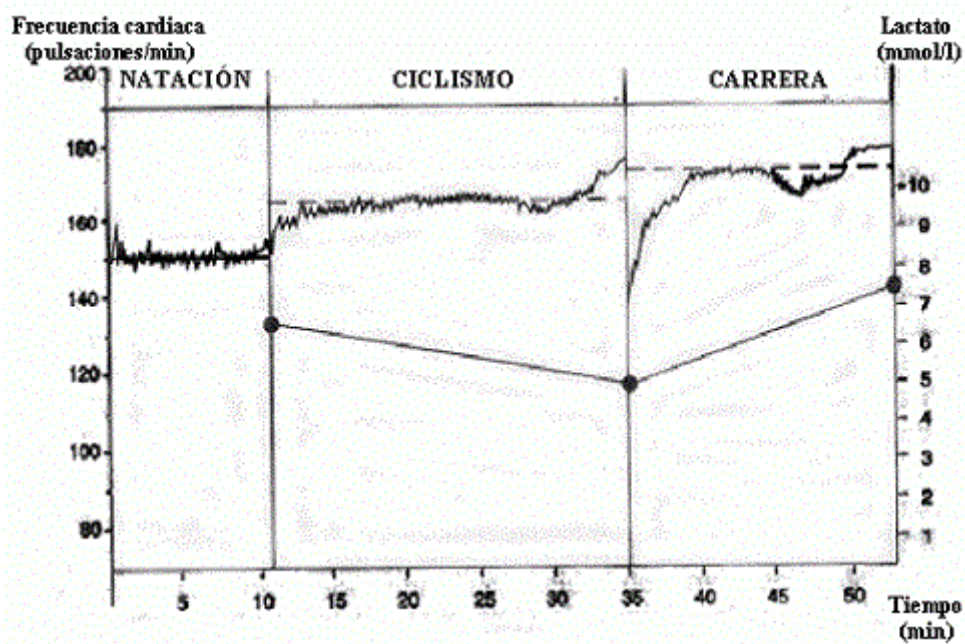
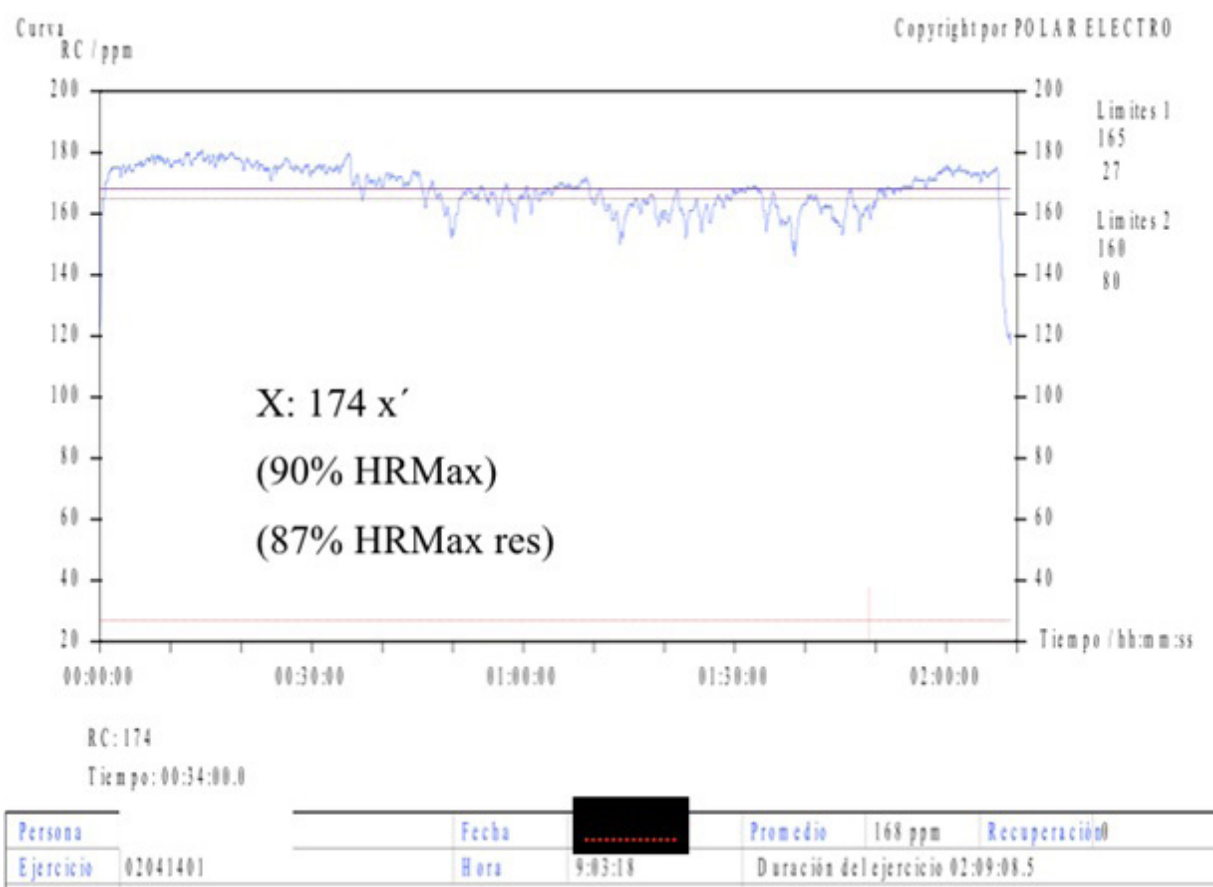


Figura 9. Frecuencia cardíaca y concentración sérica de lactato en un test de simulación de un triatlón de distancia *sprint* (0,75 – 20 – 5 km) (Berbalk, Neumann y Pfutzner, 1997).

Figura 10. Frecuencia cardíaca en la prueba olímpica de Atenas 2004.



Producción de ácido láctico

La dificultad en la recogida de las muestras en competición marca este indicador. Tradicionalmente, la recogida de estos datos se ha realizado en test o en competición, pero a la llegada de las transiciones o en la meta, obteniendo, por tanto, valores pico, que no son un reflejo de lo ocurrido durante cada segmento, como en el estudio de Bluche, Callis, Pages e Ibañez (1990), donde obtuvieron una concentración media de lactato de 7,2 mM/l a la llegada a meta de un triatlón distancia olímpica.

Rivas (2004), en su análisis del segmento de natación del triatlón en la olimpiada de Atenas 2004, indica que en los primeros 200 metros del segmento de natación se muestran unas elevadísimas concentraciones de lactato, alrededor de 14 mMol/l. El dato lo obtiene al realizar un test que se asemeja a la situación de competición debido a la distancia de nado y la frecuencia, y número de ciclo que los triatletas deben realizar. Esta concentración la justifica por el *sprint* inicial para situarse en cabeza y coger sitio durante el segmento de natación. Determina que durante este segmento, cada vez que se afronta un cambio de dirección (marcados por boyas), se producen aceleraciones y, por lo tanto, aumentos en la producción de lactato.

De igual manera, en el comienzo del segmento de ciclismo, se vuelven a encontrar elevados niveles de concentración de lactato, por un nuevo *sprint* que se produce para la formación de los diferentes grupos de ciclismo, si el *drafting* es permitido. En el transcurso de este segmento, en función de la táctica adoptada, de ataque o de defensa, se pueden volver a producir cambios de ritmo. Si fuera un triatlón *no drafting*, la táctica sería completamente diferente y se adoptaría un ritmo medio más sostenido.

A la llegada de la segunda transición, se incrementa el ritmo para afrontar la transición lo más despejada posible, comenzando la carrera a pie con unos valores

elevados de lactato. Estos datos no se ven reflejados en los test de laboratorio (figura 9) porque el ritmo al que se realizan es intenso (alrededor del umbral anaeróbico individual) pero sostenido, no reflejando la realidad de la competición. Estos datos fueron corroborados en un estudio realizado por la FETRI en 2003, sin publicar, donde en situación de competición real (Campeonato de Europa de Triatlón en Valencia y Copa del Mundo de Madrid 2004) se midió el lactado al terminar la competición. Se obtuvieron datos de acumulación al final de la misma superiores a los 9mM/l en mujeres. El autor de esta tesis ha hecho mediciones de lactato en competición real en las transiciones, obteniendo resultados de 6-7 mM/l al terminar la natación, por encima de 8 mM/l al acabar el ciclismo y de 9 a 10 mM/l al terminar la carrera. Todo ello en mujeres.

Por lo tanto, es determinante un buen proceso, tanto de producción, como de aclaramiento de lactato. Siendo un factor de rendimiento la capacidad de producir y eliminar lactato lo más rápido posible. A menor distancia de competición, mayor importancia de la velocidad del proceso de producción-eliminación de ácido láctico (Cejuela, 2006).

El máximo lactato sostenido (MLS) representa la intensidad más alta que puede ser mantenida sin un incremento progresivo en la concentración de ácido láctico (concepto similar al de umbral de lactato). Tal como manifestaron Van Schuylenbergh, Eynde y Hespel (2003) y Beneke, Hutler y Leithauser (2000), este MLS depende del tipo de ejercicio. Este valor será objetivo de incremento mediante el entrenamiento de un triatleta que dispute distancia olímpica, como demostraron Kohrt, O'Connor y Skinner (1989) realizando varios test a lo largo de la temporada a 14 triatletas (de febrero a octubre). Así comprobaron cómo el umbral de lactato se aumentaba un 6 % en ciclismo y un 10 % en carrera, sin incrementos paralelos en el volumen máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$).

2.4. La fuerza

En relación con otras capacidades condicionales, la resistencia de este deporte necesita una fuerza de base, sobre la cual (al igual que en la resistencia), se pueda sostener el trabajo de fuerza específica de cada modalidad.

En el triatlón olímpico, la fuerza de base es la fuerza máxima, la mayor fuerza posible que puede desarrollar una persona, y que depende de: la sección transversal del músculo, la coordinación intermuscular entre músculos que cooperan en un movimiento determinado y la coordinación intramuscular o activación sincronizada del mayor número de fibras posibles (González y Gorostiaga, 1995).

La fuerza específica es la fuerza resistencia. Es la capacidad que va a permitir repetir la intensidad de esfuerzo en acciones de larga duración (Bompa, 1983). Siendo cíclicas las disciplinas que componen el triatlón, son una sucesión de cargas repetitivas a lo largo de un periodo de tiempo largo (2 horas aprox.). Releer (1994) indica que la fuerza resistencia está casi al mismo nivel de importancia que la resistencia aeróbica. Existen investigaciones donde se demuestra que un entrenamiento conjunto de esta capacidad con la resistencia aeróbica puede retrasar notablemente la aparición de la fatiga, compitiendo al 80 % del $\text{VO}_2\text{máx}$ (Hauswirth, Lehenaff, Dreano y Savonen, 1999). Es importante indicar que la fuerza resistencia es relativa al peso del triatleta, determinante en la carrera a pie y en el segmento de ciclismo si la orografía del terreno presenta desniveles pronunciados (Bentley, Cox, Green y Laursen, 2007).

Una interacción fundamental en el triatlón olímpico es la necesidad de una fuerza velocidad, que permita realizar las acciones de resistencia anaeróbica láctica en los momentos decisivos de la prueba (Ehrler, 1994).

Más específicamente, podemos hablar de una fuerza de arranque, capacidad de generar tensión máxima al principio de la contracción muscular (González-Badillo y Gorostiaga, 1995). La resistencia que hay que vencer es pequeña, como en

una brazada en natación, venciendo la resistencia de forma, de oleaje y de fricción o rozamiento; una pedalada en ciclismo, venciendo la resistencia aerodinámica y del desarrollo (rodadura, gravedad, fricción y falta de rigidez); o una zancada en la carrera a pie, venciendo la resistencia de la gravedad y aerodinámica (Gil, Gutiérrez y Sánchez, 2000).

La producción de fuerza la podemos medir en el triatlón durante el segmento de ciclismo. Esta fuerza se manifiesta en forma de potencia. La habilidad de generar picos de potencia en periodos cortos de tiempo, en arrancadas o ataques, para poder seguir al pelotón o grupo en subidas, curvas o los cambios de ritmo se ve afectada negativamente por el efecto de la fatiga del segmento de natación (Bentley, Millet, Vleck y McNaughton, 2002). Igualmente, se reduce la producción de potencia media: 191 vs 159 w (Kreider, Boone, Thompson, Burkes y Cortés, 1988).

Tabla 7 *Potencia y cadencia de pedaleo de un triatleta varón*

Nº vuelta	1	2	3	4	5	6
Media de potencia (W)	282±153	300±159	233±174	231±172	267±152	266±161
Pico de potencia (W)	710	675	696	679	695	689
Media de cadencia de pedaleo (rpm)	76	76	65	66	71	70
Pico de cadencia (rpm)	122	117	119	146	125	111

Nota: W = potencia; rpm = revoluciones por minuto. Datos recogidos en la Copa del Mundo Sídney, Australia, 2000. (Bentley, Millet, Vleck y McNaughton, 2002).

En el triatlón olímpico elite, la producción de potencia durante el segmento de ciclismo es variable, oscila en función de dos variables:

1. Las tácticas que se desarrollen en la competición: intento de escapadas, demarrajajes, cambios de ritmo o mantenimiento del ritmo.
2. La orografía del segmento, si existen o no dificultades montañosas.

En las figuras, 11, 12 y 13, y en la tabla 7, encontramos referencias de los valores de potencia pico y medios, así como la oscilación de los mismos, en competición de triatlón olímpico elite, tanto masculino como femenino.

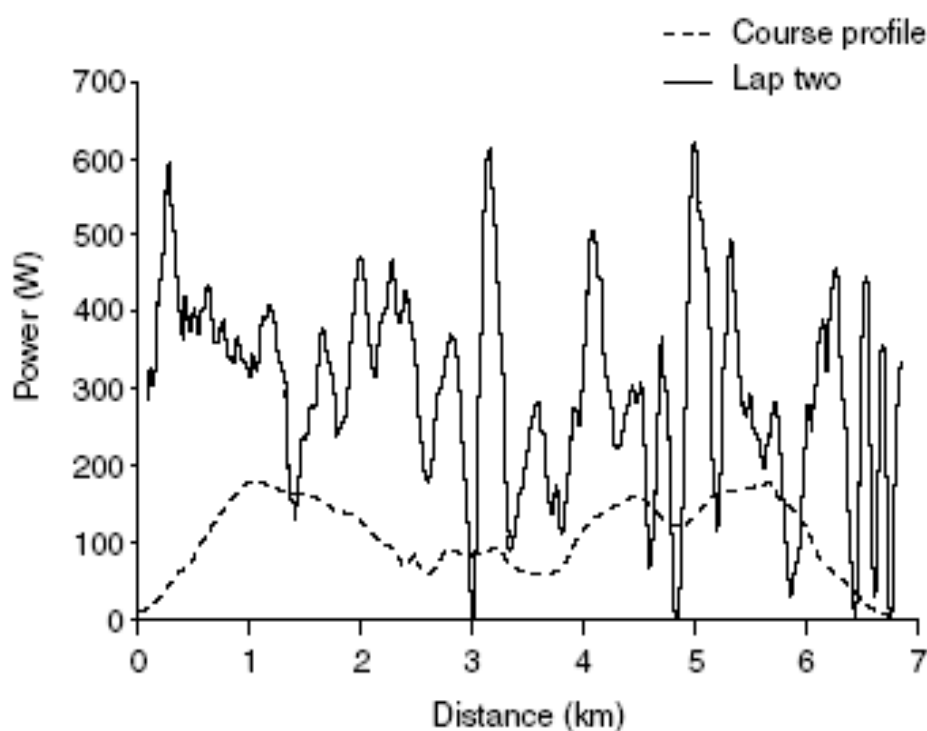


Figura 11. Ejemplo de potencia generada en W por un triatleta masculino en una vuelta, 2ª (7 km) en la Copa del Mundo de triatlón, Sídney 2000. (Bentley, Millet, Vleck y McNau-ghton, 2002).

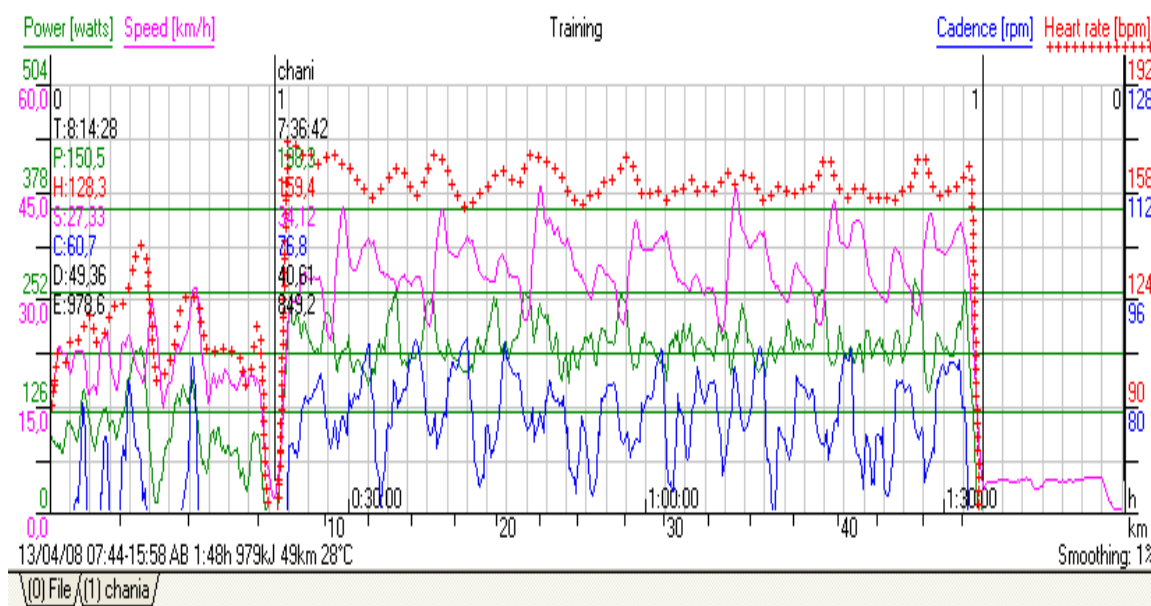


Figura 12. Potencia (W), velocidad km/h, cadencia de pedaleo (rpm) y frecuencia cardíaca (ppm) desarrollada en competición élite femenina durante el segmento de ciclismo (Chania, Grecia, 2008).

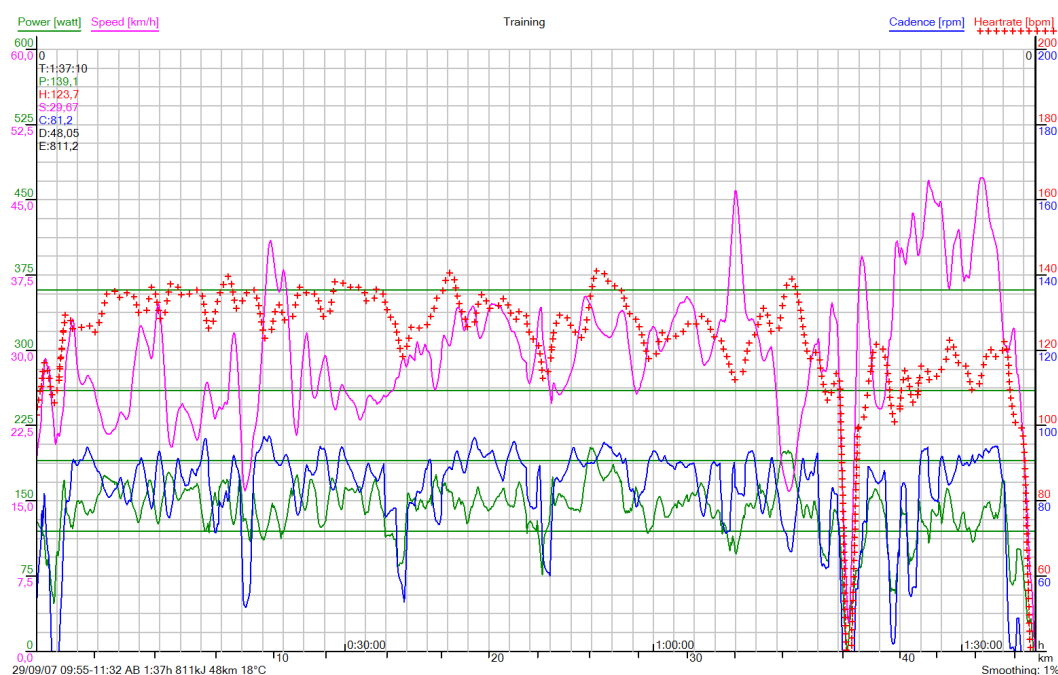


Figura 13. Potencia (W), velocidad (km/h), cadencia de pedaleo (rpm) y frecuencia cardíaca (ppm) desarrollada en competición élite masculina durante el segmento de ciclismo (Copa del Mundo 2007).

En la actualidad, los valores de potencia en el segmento de ciclismo son muy útiles en la preparación de las competiciones. Normalmente, los circuitos del segmento de ciclismo de las competiciones son conocidos y se repiten en cada edición de

las pruebas. Los triatletas graban estos datos en sus medidores de potencia (SRM, Powertab), donde también registran la frecuencia cardiaca, la velocidad y la cadencia de pedaleo; y a partir de los datos recogidos simulan entrenamientos en condiciones parecidas a los circuitos en los cuales van a competir.

2. 5. La velocidad

La velocidad es una capacidad que en los deportes cíclicos, como el triatlón, depende de la técnica, la fuerza y la resistencia (García-Manso, Navarro, Ruiz, y Martín, 1998). La velocidad que demanda el triatlón olímpico es:

1. **Velocidad de reacción simple.** Es la capacidad de responder en el menor tiempo posible a un estímulo, conociendo ese estímulo y la respuesta a ejecutar en la salida de la prueba, ya sea salida a pie de playa (correr en dirección al agua hacia la primera boya) o lanzándose de cabeza desde un pontón (García, Navarro, Ruiz y Martín, 1998).
2. **Velocidad máxima.** Es la capacidad de desplazarse o de llevar a cabo esfuerzos de forma cíclica a la máxima velocidad posible; depende de la frecuencia y amplitud de movimientos (García, Navarro, Ruiz y Martín, (1998). Decisiva en la resolución de muchas pruebas de triatlón olímpico, donde se llega a la meta junto con otros rivales, y la victoria depende del *sprint* final (Cejuela, 2006).
3. **Velocidad resistencia.** Es la capacidad de mantener movimientos a velocidad máxima o submáxima, principalmente globales cíclicos (García, Navarro, Ruiz y Martín, 1998). Requiere una gran capacidad anaeróbica. En el caso del triatlón olímpico, anaeróbica láctica, para desarrollar la tolerancia al trabajo neuromuscular eficaz en un medio ácido. Se da en los momentos decisivos de la prueba (Bentley, Cox, Green y Laursen, 2007).

2. 6. La flexibilidad

La flexibilidad como factor de rendimiento en el triatlón va unida al concepto de técnica. Ello se debe a que, para la realización correcta de determinados gestos técnicos, sobre todo en natación, se requieren unos valores altos de flexibilidad y amplitud en determinadas articulaciones, músculos, ligamentos y tendones.

Por una parte, se requiere una *flexibilidad de trabajo*, demandada para ejecutar todos aquellos movimientos necesarios para una modalidad deportiva (Matveev, 2001), por factores mecánicos o intrínsecos, que posibiliten una buena movilidad articular de:

- Articulación del hombro. Para la técnica de estilo crol en el segmento de natación. Estilo más rápido de nado.
- Articulación del codo. De nuevo, para el estilo crol de nado.
- Tobillo. Tanto para el estilo crol de nado como para posibilitar una buena reactividad en el impulso de la carrera a pie.
- Tronco. El nado en aguas abiertas también implica que los triatletas deban realizar un mayor rolido (Hutteau, Bertucci y Lodini, 2007). También el tronco aguanta la posición flexionada durante el pedaleo, y los impactos de cada zancada en la carrera a pie.
- Rodilla. Soporta las cargas del pedaleo y la carrera a pie, así como también ayuda a la realización de un correcto batido de piernas.
- Cadera. Millet y Vleck (2000) encontraron una asimetría de paso y un aumento en el movimiento de oscilación de la cadera tras el segmento de ciclismo. La cadera o cintura pélvica es la zona corporal (articulación coxo-femoral) más importante del triatlón. Ella es la que soporta los impactos de la carrera a pie (junto con la zona lumbar), la que provoca la zancada (paso pélvico), la que fija la posición en la bicicleta, y desde la cual parte el batido de piernas en la natación e interviene en el rolido.

Estos factores intrínsecos se ven condicionados por la herencia genética del sujeto, la flexibilidad involuciona con la edad (Matveev, 2003). De ellos también depende la elongación músculo-ligamentosa, que comprende la flexibilidad, la capacidad de llevar las articulaciones al máximo recorrido posible, y el componente elástico, el estímulo que contrae la musculatura y después de deformarse vuelve a la postura inicial (Matveev, 2003). Este componente es determinante en el triatlón al ejecutarse la carrera a pie en condiciones de fatiga precedente, porque perjudica la frecuencia y amplitud de zancada. Por eso es necesario realizar un trabajo de mejora de la elasticidad de la musculatura flexora y extensora de cadera, rodilla y tobillo, que nos permita una mayor amplitud de movimiento y una mayor relajación en situaciones de fatiga. Esta va acompañada de un trabajo de compensación de la musculatura isquiotibial, respecto al cuádriceps, puesto que en el segmento de ciclismo este efectúa un trabajo muy acentuado (Millet, Millet, Hofmann y Candau, 2000).

2.7. La coordinación

Es una capacidad fundamental porque es necesario dominar las técnicas de tres disciplinas deportivas distintas y realizadas de forma consecutiva, a fin de optimizar la economía del movimiento, puesto que se realizan con fatiga precedente, excepto la natación (Sleivert y Rowlands, 1996). Es importante saber adaptarse y pasar de una disciplina a otra de la forma menos traumática posible (Hue, Le Gallais, Chollet, Boussana y Prefaut, 1996). Además, en la distancia olímpica el tiempo para adaptarse debe ser mínimo para optimizar el rendimiento final.

2.8. Composición y estructura corporal

Landers, Blanksby, Ackland, y Smith (2000) compararon a nivel morfológico y de rendimiento 71 triatletas absolutos y júnior, todos ellos participantes en los campeonatos del mundo de triatlón de 1997.

Se tomaron 28 medidas antropométricas, que se resumieron en cuatro parámetros: masa muscular, masa grasa, masa ósea y longitud de los segmentos corporales. Aplicando ecuaciones de regresión, comprobaron la escasez de masa grasa, siendo esta la característica más relacionada con el éxito global en la prueba. La longitud de los segmentos corporales también mostró importancia, sobre todo la envergadura, manos y pies grandes, fundamentales para el segmento de natación.

Leake y Carter (1991), tras el estudio antropométrico de 16 chicas triatletas, concluyeron que las medidas antropométricas no son un gran indicador de predicción del rendimiento en triatlón. Al comparar los valores obtenidos con los correspondientes a corredoras y nadadoras, los autores indican que las triatletas se asemejan más al somatotipo de las segundas.

Sleivert y Rowlands (1996) indican que los triatletas se asemejan más en talla y peso a los ciclistas, menos altura y peso que los nadadores y más que los corredores. Estos autores también concluyen que un exceso de altura y peso suele ser perjudicial, sobre todo cuando el exceso de peso proviene de un alto porcentaje de tejido graso, a pesar del beneficio teórico que esto tiene en la flotabilidad.

En la tabla 8 encontramos valores de referencia de triatletas internacionales y de deportistas de cada uno de los deportes que componen el triatlón, pero aún existen pocos estudios para indicar con exactitud cuáles son los parámetros antropométricos requeridos para el éxito en triatlón, y éstos se deberían de diferenciar por las distancias de competición que afrontan los triatletas. No obstante, podemos indicar las características que deben presentar los sujetos para favorecer el rendimiento:

1. Una talla elevada de envergadura.
2. Gran tamaño de pies y manos.
3. Poco porcentaje de tejido graso.

Tabla 8 *Características físicas de triatletas de nivel internacional y de deportistas que se especializan en las disciplinas individuales que comprende el triatlón*

Deportistas	Varones			Féminas		
	Altura (cm)	Peso (kg)	% Grasa	Altura (cm)	Peso (kg)	% Grasa
Triatletas	176,5±7,6	69,4±7,2	7 a 10	167,2±4,5	57,7±6,5	13 a 18
Nadadores	183,1±8,3	74,3±9,2	7 a 10	171,9±5,7	63,5±6,1	16 a 19
Ciclistas (Contra-reloj)	186,3±7,3	76±6,9	6 a 9	165±1,8	55±2,1	12 a 15
Corredores (10. 000 m)	177,9±3,6	65±7,1	6 a 8	165,4±5,3	54,1±5,4	12 a 14

Nota: MD= nadadores de Media Distancia (200 - 800 metros). Datos extraídos de AAD-Base, 1995; Burke, Faria y White, 1990; Ford, 1984; Foley *et al.* 1989; Leake y Carter, 1991; Mazza, Ackland, Bach y Cobolito, 1994; O'Toole y Douglas, 1995; Withers, Craig *et al.* 1987; Withers, Whittingham *et al.* 1987.

2.9. Condiciones técnicas y tácticas

Estos condicionantes los analizaremos segmento por segmento, incluidas las transiciones, puesto que el medio donde se desarrollan es diferente y, por lo tanto, las adaptaciones técnico-tácticas también.

2.9.1 Segmento de natación

2.9.1.1. Condicionantes técnicos

Las exigencias técnicas en este segmento van a ser altas, puesto que una buena técnica de nado favorecerá el avance y el ahorro de energía, fundamental para los segmentos siguientes. De ahí que una buena eficiencia energética (relación entre energía gastada y trabajo realizado) sea de vital importancia en este segmento. El reglamento de triatlón permite utilizar cualquier técnica de nado para recorrer la distancia del segmento mientras no se pongan los pies en el suelo. La técnica

que utilizan todos/as triatletas, por ser la más rápida y económica, es la técnica de estilo crol. Debido al medio donde se desarrolla el segmento (aguas abiertas), se han de desarrollar adaptaciones específicas de esta técnica, condicionadas por varios factores.

2.9.1.2. El traje de neopreno

Su uso depende de la temperatura del agua, según la reglamentación. Su utilización aumenta la flotabilidad y disminuye la resistencia al avance del agua, existiendo un detrimento de la técnica (Bentley, Millet, Vleck, y McNaughton, 2002). Toussaint (1990) observó que utilizando traje de neopreno se disminuye la fuerza de arrastre un 14 %, a una velocidad de 1,25 m/seg., y un 12% a una velocidad de 1,5 m/seg. Esta disminución de la fuerza de arrastre puede explicar los mejores tiempos empleados en el segmento de natación por parte de los triatletas cuando se utiliza traje de neopreno. Esta reducción de la fuerza de arrastre se debe a un incremento de la fuerza de sustentación, que disminuye, a su vez, la resistencia de forma, debido a las características propias de la suavidad del material.



Figura 14. Se permite utilizar un traje de neopreno en aguas a -20°.

Cordain y Kopriva (1991) y Parsons y Day (1986) hablan de mejoras en el rendimiento: en torno al 7 % con el uso de neopreno. Chatard, Senegas, Selles, Dreanot

y Geyssant (1995) encontraron disminuciones en la acumulación de lactato y aumentos en la longitud de brazada.

Se ha demostrado que la mejora del rendimiento con el uso del traje de neopreno depende también de variables como: el nivel de entrenamiento del triatleta, del entrenamiento previo con traje de neopreno y de las características antropométricas del sujeto (Hutteau, Bertucci y Lodini, 2007). De esta forma, los triatletas se muestran como peores nadadores, pero el uso del traje de neopreno produce grandes mejoras en el rendimiento en los triatletas, y no así en los nadadores (Chatard, Senegas, Selles, Dreanot y Geyssant, 1995).

Bentley *et al.* (2007) demostraron cómo el aumento de velocidad de nado que se produce por la utilización del neopreno en la natación influía en el rendimiento posterior en ciclismo.

Toussaint *et al.* (1989) observaron que la utilización del traje de neopreno disminuye la resistencia al avance hasta en un 14 %.

Tomikawa *et al.* (2008) establecen interesantes conclusiones en cuanto a la utilización del traje de neopreno. Las mejoras de velocidad con su utilización se deben principalmente a la posibilidad de aumentar la frecuencia de brazada, ya que hay una gran parte de la energía que no se utiliza en flotar. Por tanto, parece claro que para nadar con traje de neopreno es necesario mantener frecuencias de brazada más altas que cuando no se utiliza.

2.9.1.3. Nadar a estela o *drafting*

Está permitido siempre en cualquier distancia de competición. Debe ser muy tenido en cuenta, tanto en el entrenamiento como en la competición, puesto que nadar detrás de otro competidor reduce notablemente la resistencia frontal, lo cual permite a los triatletas desplazarse a velocidades superiores para un mismo gasto energético o ahorrar energía a una misma velocidad. Aún no está demos-

trado cuál es la distancia ideal para nadar a estela de otro triatleta, pero sí que esta circunstancia es beneficiosa para el triatleta que la realiza (Bentley, Libicz, Jouglaç, Costec, Manettac, Chamarie y Millet, 2007).

2.9.1.4. Frecuencia y amplitud de ciclo

Rivas (2004) ha descrito que la frecuencia de brazada que se produce en los primeros metros de un triatlón olímpico es similar a la frecuencia de brazadas media que se da en pruebas de 50 metros en piscina. Esta intensidad de nado que se da hasta los primeros 150 o 200 metros se produce con el objetivo de evitar los problemas en la salida masiva y coger la mejor posición posible de cara a afrontar el segmento de natación. Estas frecuencias tan elevadas se vuelven a producir cada vez que se afronta un giro o cambio de dirección y a la llegada a la T1 (transición natación-ciclismo). Toussaint (1990) comparó la eficiencia de propulsión entre triatletas y nadadores, siendo mayor la de estos últimos, debido fundamentalmente a una mayor amplitud de brazada y velocidad de nado. Según el autor, parece que los nadadores gastan menos energía en mover el agua hacia atrás. Millet, Candau, Barbier, Busso, Rouillon, y Chatard (2002), en un estudio similar, encuentran que el coste energético que le supone a un triatleta el tramo de nado es un 21-29 % mayor que el correspondiente a un nadador. Por lo tanto, los triatletas deberían centrar su atención en mejorar la técnica de nado antes de centrarse en hacer volúmenes elevados.

2.9.1.5. Coordinación de brazos y piernas

Los 1.500 metros de nado del triatlón olímpico son considerados una distancia de fondo en natación, por ello, se utiliza un batido (movimiento alternativo que comienza en la cadera) de dos tiempos fundamentalmente equilibrador, y se utiliza sobre todo a velocidades inferiores. En triatlón, el batido de dos tiempos es más lógico, y más aún si se utiliza traje de neopreno. Como prueba de fondo, y pensando en que se debe ahorrar energía para los segmentos posteriores, las piernas

cumplen un papel eminentemente equilibrador (Bentley, Libicz, Jouglac, Costec, Manettac, Chamarie y Millet, 2007).

También es normal realizar batido de seis tiempos en las salidas y en los cambios de dirección y de ritmo. Existe un batido intermedio de cuatro tiempos, realizado indistintamente a velocidades altas y bajas de nado. Los triatletas, cuyo recobro es excesivamente abierto y que provoca fuerzas laterales capaces de perjudicar la posición corporal y aumentar la resistencia al avance, contrarrestan estas fuerzas con un movimiento de cruce del batido (batido en dos tiempos cruzado). Esto es, cuando las piernas se mueven hacia abajo, movimiento descendente, también lo han hecho antes ligeramente hacia fuera (Gil, Gutiérrez y Sánchez, 2000).

2.9.1.6. El rolido y el recobro

El nado en aguas abiertas también implica que los triatletas deban realizar un mayor rolido (movimiento de rotación del tronco que se produce para realizar la respiración durante el nado) debido a que el oleaje implica modificaciones del nivel de agua a la altura de la cara, provocando que el triatleta deba girar y elevar más alta la cara para no tragar agua durante la respiración. Otra modificación que debe realizar el triatleta es la realización de un recobro (movimiento aéreo del brazo por encima del agua para volver a entrar en la misma y volver a realizar una brazada) más plano, que evite que la mano choque con el agua en su fase aérea debido al oleaje. Con lo cual el triatleta debe llevar la mano casi a la altura del codo en el recobro debido al oleaje del agua (Cejuela, Pérez-Tupín, Villa, Cortell y Rodríguez, 2007).

2.9.1.7. Viento y oleaje

Cuando las corrientes de aire son persistentes y soplan en una dirección, se produce una corriente contraria justo debajo de la superficie revuelta del agua. Consecuentemente, hay que hundirse más en el agua cuando se tenga el viento de cara, para así poder aprovechar esta corriente, y en caso de olas altas, nadar

por debajo de ellas. Si el viento sopla de espalda, se puede intentar dejarse llevar por las olas, es decir, permanecer sobre las olas y no sumergirse. Si el viento viene de un lado, nos encontramos ante la peor situación, ya que prolonga la distancia a nadar, puesto que, o bien el triatleta se desvía ligeramente, o tiene que nadar permanentemente hacia un lado para llegar al final del segmento en línea más o menos recta (Lago, 2003).

2.9.1.8. Condicionantes tácticos

2.9.1.8.1. La orientación, cambios de ritmo y dirección

El movimiento que se realiza al levantar la cabeza para visualizar la boya debe ser mínimo para que la interrupción del nado sea casi nula. Es importante, si se opta por nadar a estela de otro triatleta, el orientarse por uno mismo, porque si se sigue solamente la trayectoria del triatleta que va delante nuestro, podemos realizar metros de más, si es que este no opta por el recorrido más rectilíneo hacia la boya. Las aceleraciones se producen principalmente en tres momentos: en la salida, al acercarse a las boyas que marcan giros en el recorrido, y en los últimos 150-200 metros del segmento. Estas aceleraciones se producen buscando colarse en una buena posición para evitar golpes y de cara a la primera transición, para poder coger un grupo de ciclismo más delantero (Lago, 2003; Cejuela, 2005).

2.9.2. Transición natación-ciclismo (T1)

2.9.2.1 Condicionantes técnicos

En los últimos 150-200 metros de nado se produce una aceleración del ritmo, la cual se manifiesta en un incremento de la frecuencia de brazada y batido de pies, de dos a seis tiempos. El objetivo es el aumento del volumen circulatorio en las extremidades inferiores, puesto que durante el nado la mayor parte de la sangre se acumula en los brazos, y para afrontar el segmento de ciclismo, necesitamos que la sangre se acumule en las piernas para que estas puedan ejercer un mayor rendimiento en cada pedalada (Cejuela, 2005).

En los primeros metros de carrera desde el agua a la entrada al box, el triatleta debe despojarse del gorro, las gafas y de la parte de arriba del neopreno, si es que ha sido permitido su uso. Anteriormente, también debía colocarse el dorsal para el segmento de ciclismo, se suele nadar con el dorsal en la goma elástica dentro del neopreno o puesto, si no se utiliza el neopreno (Ehrler, 1994). No obstante, desde el año 2008, el reglamento de competición prohíbe el introducir el dorsal en el agua, como tampoco es necesario llevarlo durante el segmento de ciclismo, y además, en las carreras de élite internacional los triatletas no llevan dorsales de papel, sino que llevan el dorsal pintado en el hombro y el muslo contrario en la pierna.

En el área de transición, el triatleta se quita el traje de neopreno, si era permitido. Deja las gafas de nadar y se pone el casco, coge la bicicleta de la mano y sale con ella hasta el lugar donde el juez le da la señal para montar en la misma. Algunos autores, Sleiver y Rowlands (1996), y Hue, Le Gallais, Chollet, Boussana y Prefaut (1998) han cuantificado este tiempo en menos de ocho segundos para realizar estas acciones en triatletas de élite. La velocidad de ejecución es un factor de rendimiento. Influyen en ella la coordinación, entre rapidez mental y ejecución física, para la realización de las acciones predeterminadas.

2.9.2.2. Condicionantes tácticos

Durante la aceleración a la salida del agua, producida por la búsqueda de un grupo lo más delantero posible para afrontar el segmento de ciclismo, el triatleta debe ir visualizando su situación en el box; porque a la salida del agua se produce una desorientación por el cambio de posición de horizontal a vertical del cuerpo, que puede hacer perder tiempo.

El triatleta, debe tener la claridad mental suficiente como para analizar la situación de la competición durante la transición. En ella deberá identificar a sus rivales y adaptar la táctica de la prueba a la nueva situación.

Al montar en la bicicleta, las primeras pedaladas se realizarán con los pies descalzos apoyados sobre las zapatillas. Si en esta postura hemos alcanzado un grupo de corredores, nos podremos aprovechar de su estela para abrocharnos las zapatillas. Si, por el contrario vamos solos, o debemos realizar el comienzo a gran velocidad para alcanzar a otros competidores, no podremos abrocharnos las zapatillas tan rápido, ni de forma tan cómoda (Cejuela, Pérez-Turpín, Villa, Cortell y Rodríguez, 2007).

2.9.3. Segmento de ciclismo y transiciones

2.9.3.1. Condicionantes técnicos

Tabla 9 *Habilidades técnicas y tácticas del ciclismo*

H. técnicas individuales	H. tácticas grupales	H. en transiciones
Utilización adecuada del desarrollo	Ir a rueda	Habilidad montar
Dominio de frenos	Saber relevar	Habilidad desmontar
Trazado de curvas	Demarrar y atacar	Saber calzarse en marcha
Capacidad de descenso	Abanicos	Pedalear descalza
Capacidad de ascenso	Descensos en pelotón	Desabrochar zapatillas en marcha
Saber coger bidón	Ascensos en pelotón	Saltar sobre y desde la bici
Solución averías mecánicas		Conducir la bici por el sillín
Adopción de posición aerodinámica		

2.9.3.2. Cadencia de pedaleo

Gottschall y Palmer (2000) proponen la utilización de una cadencia entre 80-85 rpm (pedaladas por minuto) para favorecer la posterior carrera a pie, debido a que esta frecuencia de reclutación de fibras por parte del músculo es más semejante a la que se utiliza en la carrera a pie. Sin embargo, Bentley, Cox, Green y Laursen (2007) proponen cadencias más bajas entre 60 y 80 rpm, en los momentos finales del segmento. Hacen falta más estudios para determinar cuáles son las cadencias más óptimas.

2.9.3.3. Condicionantes tácticos

El *drafting* (figura 15) reduce la resistencia frontal, y por tanto, el coste energético, lo cual permite afrontar el segmento de carrera en mejores condiciones (Bentley, Millet, Vleck y McNaughton, 2002). Hausswirth, Lehenaff, Dreano y Savonen (1999) demostraron que con el *drafting* disminuye el VO_2 , la frecuencia cardíaca y la concentración de lactato en sangre durante este segmento.



Figura 15. El *drafting* en ciclismo modifica las capacidades del deportista.

Existe una táctica grupal o individual, planificada de antemano, en función de la existencia o no de compañeros, los rivales, la orografía del segmento y las condiciones climáticas, y modificada según las circunstancias de carrera. Por ejemplo: atacar, conservar o ayudar a compañeros.

2.9.4. Transición ciclismo-carrera a pie (T2)

2.9.4.1. Condicionantes técnicos

Antes de entrar en el último kilómetro, es importante pedalear de pie, con el objetivo de buscar una posición mecánica de la cadena de impulsión (tobillo, rodilla, cadera) lo más semejante posible a la carrera a pie. Buscando una cadencia de pedaleo que no sea demasiado elevada. Más baja de lo normal, alrededor de 70-80 pedaladas por minuto. Quigley y Richards (1996) demostraron que la diferencia de frecuencia entre el pedaleo y la zancada (1,5-2 Hz, durante el pedaleo, a 1-1,5 Hz, durante la carrera a pie) es uno de los factores por los cuales se perciben extrañas sensaciones durante la carrera realizada después del segmento de ciclismo. Garside y Doran (2000) encontraron mejoras en el rendimiento durante los primeros kilómetros de carrera, modificando el ángulo del sillín de la bicicleta, además de una mayor comodidad en la transición, según manifestaron los deportistas participantes.

Dejar la bicicleta, quitarse el casco y ponerse las zapatillas de correr, en el menor tiempo posible, es un factor de rendimiento a entrenar. Algunos autores como Sleiver y Rowlands (1996), y Hue, Le Gallais, Chollet, Boussana y Prefaut (1998) han cuantificado el tiempo en menos de ocho segundos para realizar estas tres acciones en triatletas de élite.

2.9.4.2. Condicionantes tácticos

La entrada en el área de transición, en primer o primeros puestos del grupo de ciclismo, determina un menor tiempo en la realización de la transición y, sobre

todo, en la salida (Cejuela, Pérez-Turpín, Cortell y Villa, 2008). Pfützner y Grosse (1997) observaron que los triatletas hacen los primeros 500 metros muy rápido y bajan significativamente su velocidad durante la prueba, disminuyendo un 10 % su velocidad media de carrera. Alcanzar la longitud de zancada óptima en relación a la frecuencia de la misma, en el menor tiempo posible, indica una mejor economía de carrera, resultando determinante para el resultado final de la prueba. A menor distancia de prueba, mayor importancia de las transiciones (Cejuela, Pérez, Villa, Cortell y Rodríguez, 2007).

2.9.5. Segmento de carrera a pie

Son varios los autores que consideran este segmento como el más importante, dada la mayor variabilidad que presenta el tiempo de este tramo con respecto a los otros dos (Millet y Vleck, 2000; Landers, 2002; Van Schuylenbergh, Eynde y Hespel, 2003).

2.9.5.1. Condicionantes técnicos

2.9.5.2. Frecuencia y amplitud de zancada

En cuanto a los cambios producidos en los parámetros biomecánicos, Gottschall y Palmer (2000) estudiaron los efectos del ciclismo en la amplitud y frecuencia de zancada en la carrera a pie posterior. Los resultados señalaron que disminuyó la longitud y aumentó la frecuencia de zancada, y que progresivamente aumenta la longitud y disminuye la frecuencia para igualarse a la situación en la que no se hubiera realizado ciclismo anterior, incrementándose progresivamente la economía de carrera. Se produce una adaptación a la carrera del gesto biomecánico. En los primeros metros de carrera, debido a la diferencia de frecuencias de movimientos entre el pedaleo y la zancada, como indicamos anteriormente, se tiende a efectuar una frecuencia de zancada mayor, con una menor amplitud de la misma.

Posteriormente, Millet y Vleck (2000), encontraron una asimetría de paso y un aumento en el movimiento de oscilación de la cadera tras el segmento de

ciclismo. Asimismo, Hausswirth, Lehenaff, Dreano y Savonen (1999) encontraron cambios: disminución en la longitud de paso, menor angulación de la rodilla en la fase aérea y menor extensión de la rodilla en la fase de apoyo. Encontraron una mayor inclinación del tronco hacia delante, asociada al efecto residual de la posición adoptada en ciclismo y posible fatiga de los músculos de la postura (lumbares, abdominales). Esta inclinación desfavorece la economía de carrera. Se produce fatiga en los músculos del tren inferior, que hace aumentar su rigidez, sobre todo de los cuádriceps, lo cual es responsable de una carrera más pendular al principio, debido a la falta de relajación de los cuádriceps. Esta situación va cambiando conforme va avanzando la carrera, produciéndose la adaptación al gesto.

El gran problema de la mayoría de los estudios realizados hasta la fecha (tabla 8) es que la mayoría analizan estos parámetros en situaciones de laboratorio y con triatletas de bajo nivel, teniendo poca transferencia a la realidad de la competición élite. Sin embargo, Cala, Cejuela, Veiga, García, Navarro y Pérez (2008) estudiaron estos parámetros durante una competición de la copa del mundo de triatlón del año 2006 (figuras 16 y 17).

Tabla 10 *Velocidades de carrera a pie en triatlón de diferentes estudios*

Velocidad (tiempo por kilómetro)	Cala <i>et al.</i> (2008)	Palazzetti <i>et al.</i> (2005)	Millet <i>et al.</i> (2001)	Hausswirth <i>et al.</i> (1997)	Quigley y Richards (1996)
Hombres	3 min 6 seg	5 min	3 min 15 seg	4 min 30 seg	3 min 43 seg
Mujeres	3 min 35 seg	No se estudiaron mujeres	4 min	No se estudiaron mujeres	No se estudiaron mujeres

Nota: Existen grandes diferencias entre el estudio de campo de la Copa del Mundo de Triatlón (Cala, Cejuela, Veiga, García, Navarro y Pérez-Turpín, 2008) y los estudios de laboratorio, excepto para los hombres, en el estudio de Millet, Millet y Candau (2001), pero únicamente analizaron un sujeto.

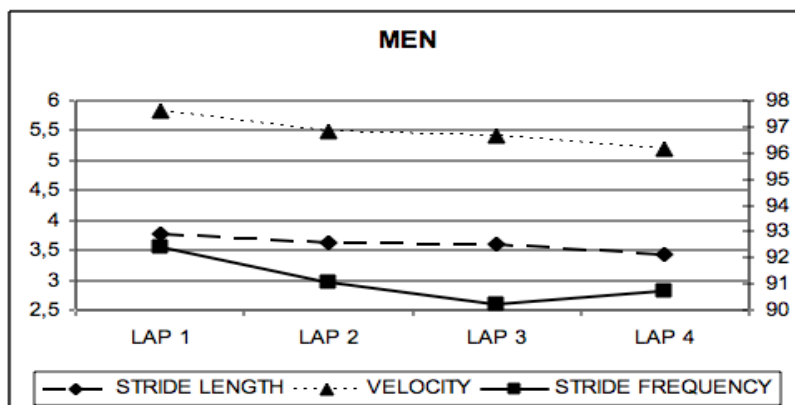


Figura 16. En hombres, existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la 1ª y la 4ª vuelta para la amplitud de zancada y la velocidad de carrera. No se encontraron diferencias significativas para la frecuencia de zancada, pero hay una tendencia a decrecer en el comienzo y a incrementarse ligeramente en el final del segmento (Cala, Cejuela, Veiga, García, Navarro y Pérez-Turpín, 2008).

En hombres, encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la 1ª y la 4ª vuelta del segmento de carrera a pie para la amplitud de zancada y la velocidad de carrera. No encontraron diferencias significativas en la frecuencia de zancada, pero existe una tendencia a decrecer en el comienzo y a incrementarse ligeramente en el final del segmento. En mujeres, no encontraron diferencia significativas ($p < 0,05$), pero las tendencias de las tres variables son muy similares a las de los hombres.

Los autores concluyen que la eficiencia de carrera decrece en la parte final del segmento, probablemente debido a la fatiga. La velocidad y la amplitud de zancada tiene una tendencia a decrecer a medida que pasan las vueltas (existiendo una diferencia significativa para los hombres, $p < 0,05$). No obstante, es posible que para los triatletas de élite, el segmento de ciclismo precedente no afecte a su eficiencia de carrera, debido a su alto nivel de condición física y técnica.

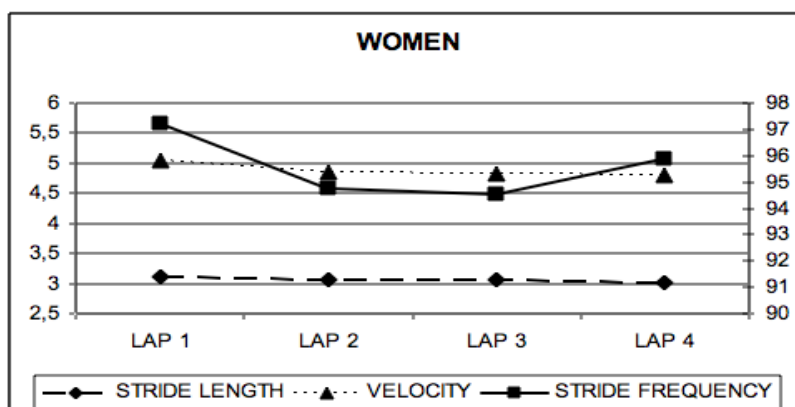


Figura 17. En mujeres no se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$). Pero, las tendencias de las tres variables son muy similares a las de los hombres (Cala, Cejuela, Veiga, García, Navarro y Pérez, 2008).

Existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los hombres y las mujeres en la velocidad, la frecuencia y la amplitud de zancada. La razón puede ser debida a las diferencias antropométricas (estatura y longitud de las piernas) y de flexibilidad entre géneros.

En este sentido, podemos afirmar que el factor clave es la amplitud. Es lo que nos permite mantener una velocidad media de carrera más alta, puesto que la frecuencia está muy disminuida por la fatiga neuromuscular que se acumula. En momentos puntuales de la prueba, como el *sprint* final, cambios de ritmo o salida del área de transición, la frecuencia nos permitirá un aumento de velocidad, pero no constantemente (Cejuela, 2006).

2.9.5.3. Técnica de carrera

Tener automatizada y estabilizada una buena técnica de carrera es fundamental, puesto que el cansancio en este último sector va a suponer una importante interferencia. Se requiere una economía funcional, es decir, la habilidad de correr una distancia con un gasto mínimo de energía Michailov (1992). Algunos autores como Ehrler (1994), y Gil, Gutiérrez y Sánchez (2000) identifican la técnica de carrera del segmento final del triatlón con el ideal técnico del corredor de fondo

en atletismo, la técnica pendular. Pero concretando para el triatlón olímpico, lo ideal sería utilizar siempre una técnica circular adaptada a la distancia. Esta técnica se caracteriza por intentar evitar los siguientes errores:

1. Una continua elevación de la cadera, debida a la fatiga que provoca el segmento ciclista.
2. Paso pélvico, adelantamiento de la cadera, menos acentuado.
3. Braceo menos acentuado.
4. Mayor amortiguación en cada zancada, debido al cansancio acumulado de la prueba.
5. Una propulsión más lenta, debida a la fatiga.
6. Una mayor inclinación del tronco hacia delante.

Condicionantes tácticos

El éxito a pie parece ser el más importante para el rendimiento en triatlones de élite, según los estudios de Hausswirth y Lehenaff (2001) y Landers (2002).

Guezennec, Vallier, Bigard, y Durey (1996) demostraron que la mayor deshidratación se produce durante el segmento de carrera a pie debido a la sudoración, y existe mucha menos ventilación que encima de la bicicleta o en el agua, y el estrés termal. Por lo tanto, es fundamental llegar hidratado a este segmento, haciéndolo encima de la bicicleta.

Por su parte, Kreider (1991) estudió las respuestas fisiológicas a dos estrategias de carrera: llevar un ritmo constante desde el principio o llevar un ritmo progresivo durante los 10 primeros minutos. De esta manera, comprobó que la táctica más eficaz es el ritmo creciente, puesto que ayuda a minimizar los efectos negativos causados por el sector de ciclismo.

Pero tenemos que saber que una gran parte de las competiciones de distancia olímpica se resuelven en los últimos metros, en el *sprint* final; por ello, debemos reservar la energía suficiente y claridad mental para afrontar este final.

2.10. Rendimiento en ambientes calurosos

Cada vez más, el deportista debe hacer frente a la competición en condiciones climáticas muy variadas, debe competir en condiciones de calor o entrenar en ambientes fríos, y viceversa. Por ello es necesario conocer los mecanismos de adaptación del organismo, y cómo hacer frente a esas circunstancias adversas.

Al calor y al frío hay que adaptarse para poder competir, ya que el entrenamiento diario siempre se puede variar de horario, para poder tener de esta forma unas condiciones climáticas más favorables.

Lo primero a tener en cuenta es los mecanismos que es capaz de poner en funcionamiento el organismo para regular su temperatura en esfuerzo. La temperatura normal del individuo es de 37°. Los órganos internos mantienen una temperatura mayor, pero es a nivel cutáneo donde se producen las mayores variaciones. Los factores que influyen en estas variaciones se pueden ver en la tabla 11.

Tabla 11 Factores que hacen variar la adaptación a las altas temperaturas

Factores externos	Factores internos
Temperatura	Intensidad esfuerzo
Radiación solar	Cambios metabólicos
Corrientes de aire	Flujo subcutáneo
Humedad relativa aire	Capacidad de sudar



Figura 18. La hidratación es clave en el pre, durante y post esfuerzo en calor.

No hay que olvidar que el organismo en ejercicio intenso va a aumentar hasta en un 100% su producción de calorías por hora, lo que influye en el aumento de temperatura interna; y este calentamiento llevará consigo una reducción en la capacidad de entrenamiento. Según Chicharro (1995), en ejercicios muy intensos la temperatura central (interna) puede subir hasta los 40º, debiendo tener en cuenta que a partir de los 41º dicha temperatura empieza a considerarse incompatible con la vida. Sin embargo, los cambios a nivel superficial pueden ser mucho más variables y extremos.

2.10.1. Regulación de la temperatura durante el ejercicio

A medida que la intensidad de ejercicio y su tiempo de duración aumenta el calor generado de manera interna, junto al recibido del exterior, obligan al organismo a poner en marcha todos los mecanismos de termorregulación disponibles.

Según Gorostiaga (2003): «Durante el ejercicio se pueden alcanzar temperaturas corporales de 40º a 42º, es decir, tener fiebre. Ante ello el organismo pierde eficiencia en su rendimiento». Chicharro (1995): «Este aumento de temperatura desencadena dos formas de refrigeración, la sudoración y el incremento del flujo sanguíneo cutáneo».

La regulación es la faceta fundamental del hipotálamo, que recibe la información de todo el organismo, sobre todo de la piel, y con toda esa información elabora una respuesta a través de todas las funciones que regula el hipotálamo.

Tabla 12 *Funciones refrigeradoras del hipotálamo*

Sensor	Integrador	Controlador	Mecanismo
Área termoceptica hipotálamica	"TERMOSTATO" Hipotalámico	ÁREA ANTERIOR	Vaodilatación
Receptores de la piel		Gobierna la pérdida de calor	Sudoración
Receptores centrales		ÁREA POSTE-RIOR	Vasoconstricción
Receptores periféricos profundos		Conservación de calor	Temblor

Nota: Adaptado de Chicharro (1995).

Autores como McArdle *et al.* (1996), Peronnet *et al.* (1991) y Gilmore y Costill, (1994) establecen y estudian los mecanismos por los cuales puede generarse el calor, a saber:

1. Radiación: se produce por la emisión de una fuente de calor y la absorción por parte de un cuerpo; el ejemplo más claro es la radiación de calor solar. Esta radiación es mayor o menor en función, entre otras, del color de la ropa y/o la piel. Así, la piel y la ropa blanca absorben menos radiación que la negra, mientras que las superficies lisas absorben más que las rugosas.
2. Conducción: se produce cuando dos superficies de diferente temperatura entran en contacto. Para evitar este tipo de fuente de calor es importante conocer que hay superficies, tejidos, etc. que son mejores o peores conductores del calor. Para evitar el enfriamiento, es evidente que la grasa corporal es una superficie aislante.

3. Convención: para que se produzca es necesario que uno de los cuerpos, sustancia o medio esté en movimiento, por ejemplo, que nuestro cuerpo esté quieto pero que a nuestro alrededor se produzca un movimiento de aire por efecto el viento. Cuando ocurre esto, hay una pérdida de calor hacia el objeto frío. Este efecto de convención es el causante de que la sensación térmica en algunas ocasiones no se corresponda con la temperatura real.
4. Evaporación: es la forma de refrigeración más utilizada en situaciones de esfuerzo físico, a través de la evaporación del sudor sobre la piel. La evaporación también se produce a través de la respiración, forma principal de refrigeración en los mamíferos con pelo en el cuerpo. Mediante la evaporación, bien a través de la respiración o de la sudoración, se pierden cantidades importantes de líquido, que en algunas ocasiones pueden llegar hasta los dos litros a la hora. En situación de reposo se pierde calor a través de convención, conducción y respiración, siendo la pérdida de agua muy importante, pudiendo provocar una importante deshidratación. Sin embargo, en condiciones de ejercicio físico la pérdida de calor se produce principalmente a través de la evaporación del sudor. Por eso, la peor combinación posible es la de altas temperaturas con una elevada humedad relativa del aire, ya que en estas condiciones la evaporación del sudor queda anulada.

Por tanto, cuando hacemos una actividad física en condiciones de calor el organismo pone en funcionamiento todos los mecanismos que le pueden ayudar a disipar el calor extra a través de la vasodilatación y la sudoración, Gorostiaga (2004 y 2008). El organismo siempre intenta mantener su parte central y profunda en condiciones estables, para conseguirlo dirige la sangre más caliente a la parte más externa del cuerpo gracias a la vasodilatación, Silverthorn (2007). Por tanto, para dirigir la sangre a las zonas más periféricas se retira de órganos no vitales como riñón y tracto digestivo, a la vez que se aumenta la frecuencia cardiaca para que la sangre viaje más rápido a las extremidades, y se produce igualmente una disminución del retorno venoso. Todo ello lleva consigo una disminución

de la presión arterial y hace que el deportista en condiciones extremas de calor y deshidratación note debilidad muscular generalizada, y en algunas ocasiones la llamada “visión en túnel”, caracterizada por una visión marginal limitada.

Otro de los mecanismos de refrigeración que pone en marcha el deportista es la sudoración, Gilmore y Costill (1994). El sudor no es solo agua, en su composición están presentes también el sodio, el cloro y el potasio. Como consecuencia de una alta sudoración el organismo ve disminuida su agua y sales minerales, lo cual puede traer graves consecuencias en el rendimiento. Así, es fundamental en esas condiciones que se consuma agua junto a sales minerales, teniendo en cuenta que poco agua con muchas sales es tan perjudicial como mucho agua y pocas sales. El deportista debe encontrar cuál es la proporción idónea para él. Si la falta de agua y la producción de calor continúan en el tiempo el siguiente paso es la disminución en la producción de orina. Fortney *et al.* (1979) demostraron que las mujeres sedentarias sudan menos que los hombres y, por tanto, su adaptación al rendimiento en situaciones de calor es menor. Sin embargo, Chicharro y Hernández (1995) establecieron que en mujeres entrenadas estas diferencias se acortan, siendo similar la capacidad de sudoración entre ambos sexos.

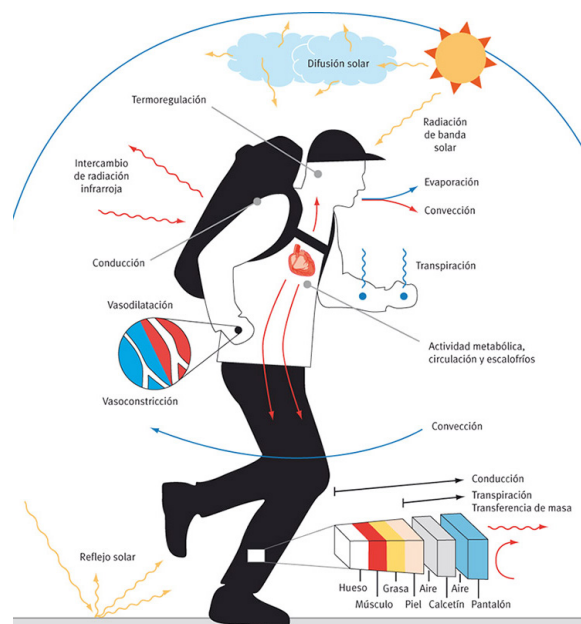


Figura 19. Formas de radiación y regulación de temperatura.

2.10.2. Influencia del calor en el rendimiento

Como demostraron Mora y Aguado (2002), el calor influye directamente en el aumento de: la concentración de lactato, la frecuencia cardiaca, la ventilación pulmonar y en la percepción subjetiva del esfuerzo. Cuando el calor aumenta en el organismo del deportista primero se produce una vasodilatación, lo que provoca que disminuya el gasto cardiaco y con ello el aumento de la frecuencia cardiaca. Además, como el retorno venoso se ve afectado hace que el llenado ventricular sea menor, por lo que llega menos sangre al músculo. Esto provoca que disminuya el rendimiento del deportista y, posteriormente, aumente la sudoración, lo cual hace que al evaporarse el sudor se refrigere la temperatura del sujeto. Pero si la humedad relativa del aire es muy alta el sudor no se puede evaporar y, por tanto, se corta la refrigeración corporal con la consiguiente pérdida de rendimiento.

Baillot (2015) ha demostrado que en un medio Ironman, en condiciones de calor (Isla de Guadalupe), los participantes perdían entre 3,9 y 1,7 kg, y presentaban cambios claros en la osmolaridad de la orina. Las mismas conclusiones obtienen López Román *et al.* (2008), observando cómo en condiciones de calor y deshidratación aumenta la frecuencia cardiaca, la temperatura corporal, se producía pérdida de peso, la hemoglobina y hematocrito aumentaron, y el volumen plasmático disminuyó.

Para prevenir los efectos de la deshidratación, Jeukendrup (2005) establece estrategias de hidratación diferentes en función de las características de cada uno de los segmentos del triatlón.

Tabla 13 *Síntomas y efectos de la deshidratación*

Peso perdido %	Síntomas y efectos
-1%	Sed e incremento de la temperatura
1%	Reducción del rendimiento
3% – 5 %	Reducción de la capacidad de resistencia 20 – 30 %, calambres, náuseas, escalofríos, pulso rápido, molestia general, fatiga, irritabilidad, problemas gastrointestinales
6%	Peligro, dificultad para tragar e insalivar
7%	Movimientos descoordinados, dificultad para caminar, temperatura corporal muy elevada
10%	Delirio, descenso del volumen de orina, incapacidad de tragar, dificultad para beber
15%	Límite máximo de tolerancia antes de morir

Nota: Fuente NATA.

2.10.3. Aclimatación al calor para la mejora del rendimiento

Cuando el deportista va a competir en condiciones de calor necesita una aclimatación previa para asegurar su mejor rendimiento en esas condiciones. Si el

proceso de aclimatación es correcto, conseguiremos que, en esfuerzo, la frecuencia cardiaca, la temperatura corporal y la sensación de fatiga disminuyan; y, por el contrario, la cantidad de sudor y el volumen plasmático aumenten.

A nivel dietético, la principal ayuda para combatir el calor es la hidratación. La Asociación Norteamericana de Entrenadores Atlético (NATA, en inglés) establece como nivel de deshidratación el peso corporal en la mañana (ver tabla 13). Aunque el peso es una forma fácil de medir el grado de deshidratación, también es el más inexacto.

Tabla 14 Niveles de deshidratación según la NATA y según densidad de la orina

Nivel de deshidratación	% variación de peso corporal
Mínima	de -1 % a -3 %
Media	de -3 % a -5 %
Superior	más de -5 %
Determinación de la deshidratación a través de la densidad específica de la orina	
Poco deshidratado	1010 – 1020
Deshidratación moderada	1020 – 1030
Deshidratación superior	+ 1030

Otro método de determinación es el color de la orina. Se puede hacer de manera sencilla a través de tiras reactivas que, una vez sumergidas en la orina del deportista, adquieren distintas tonalidades. Mediante la comparación sabremos el nivel de deshidratación.

Por último, el método más fiable es medir la densidad de la orina mediante tiras reactivas Multistix®. Al igual que en las anteriores, a través del cambio de color de la tira se puede determinar la densidad de la orina comparada con la del agua, y de esta manera se puede saber el grado de deshidratación (ver tabla 14). Por último, de manera aproximada se puede establecer que cuanto más oscura sea la orina mayor grado de deshidratación.

Una vez aclimatado el deportista y determinado su grado de deshidratación, es preciso establecer la estrategia de hidratación previa y durante la competición.

- Previo a la competición: la recomendación consiste en ingerir medio litro de líquido en la hora previa a la competición, en cuatro tomas cada 15 minutos. El agua debe llevar hidratos y sales minerales. Además de este método, también podemos hacer la hidratación previa a la competición

bebiendo agua con altas concentraciones de sal, pero es difícil ya que puede provocar náuseas, y también podemos administrar Glicerol con el agua. Esta sustancia ayuda a almacenar más cantidad de agua en el organismo, teniendo que administrar 1 gr de glicerol por kg de peso durante las 2,5 a 3 horas previas a la competición. De esta manera se puede llegar a almacenar unos 600 mililitros más de agua. Si el consumo de glicerol es excesivo tiene efectos secundarios muy acusados.

- Durante la competición: hay que seguir ingiriendo agua. Pero en los últimos años se ha producido un cambio en las recomendaciones, dando los últimos estudios como cantidad necesaria la ingesta de 6 a 8 mililitros por hora de ejercicio y kg de peso corporal. Es decir, para una persona de 50 kg estaríamos hablando de ingerir entre 300 y 400 mililitros de agua por hora de competición. Esta última recomendación se debe a la asociación de directores médicos de competiciones de maratón. La temperatura de consumo si es una bebida isotónica es de 15º a 18º.

A lo largo del tiempo se ha visto cómo es determinante la forma de hidratarse para poder rendir en condiciones de calor, o por lo menos no tener los efectos adversos. Alison y Burke (2012) hacen un meta-análisis sobre las diferentes necesidades y estrategias de hidratación en distintos deportes. Uno de los factores fundamentales para la hidratación es la sensación de sed, y esta está regulada por complejos mecanismos que se coordinan en el hipotálamo.

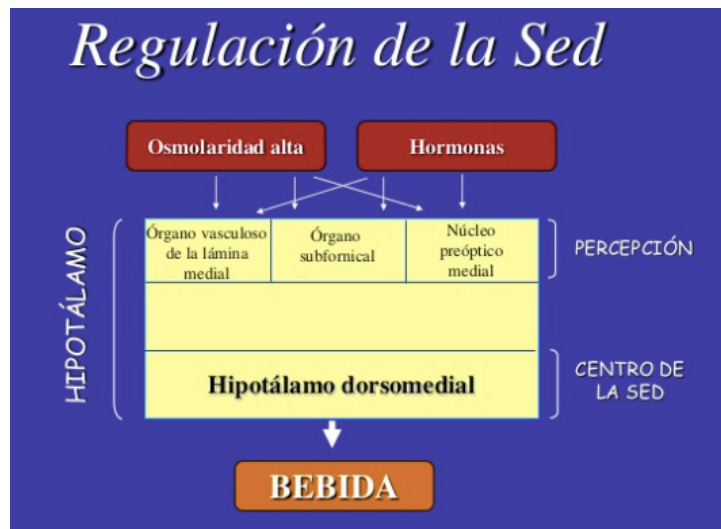


Figura 20. Mecanismos de regulación de la sed por el hipotálamo, Chicharro (2013).

Goulet (2011), en un meta-análisis sobre las formas de hidratación en diferentes deportes, señala cómo en las contrarreloj de ciclismo beber ad libitum mejora el rendimiento en ciclistas. En corredores de media maratón en cinta observa cómo la hidratación programada para perder el 2 %, y por sed, supone pérdida del 3 % de MC. Sin embargo, no se observaron diferencias en el rendimiento.

Si las condiciones son muy calurosas debemos rebajar la cantidad de hidratos y sales disueltas en el agua para favorecer una mayor velocidad de absorción. Es necesario recordar que tampoco es recomendable aumentar de manera indiscriminada la ingesta de líquido, porque esto puede tener más inconvenientes que ventajas, ya que el deportista que está en estado de pre-deshidratación, al consumir excesiva agua, diluye más las pocas sales que le quedan, pudiendo llegar a tener incluso una hiponatrenia (descenso de sodio en sangre). Cleary *et al.* (2005) han demostrado que, además, una deshidratación aguda aumenta el riesgo de lesión muscular, y la recuperación se hace más lenta.

Tabla 15 Resumen de estudios sobre hidratación en diferentes deportes

DEPORTE			
Maratón, media maratón, triatlón olímpico, ciclismo	9 estudios	Pérdida de 1- 2 % masa corporal (MC). Los más rápidos, menos déficit	1 estudio deshidratación de 4 % MC no afecta al rendimiento
Resistencia aeróbica 1 día	africanos hombres 550 +/- 340 ml/h 30 - 1090 ml/h	compara ad libitum vs programado	diferencias de 1 % tiempo de carrera
Maratón Berlín Gebrselassie 2008	54 kg	60 - 70 HC/h	pérdida 1 kg
Ultra-resistencia +3H	25 estudios	menor sudoración + tiempo de competición	pérdidas de 1,5 a 5,2 % de MC. No relación pérdida MC con rendimiento
Ultra-resistencia aeróbica	300 - 1000 ml/h	ciclismo 400 - 900 ml/h carrera 300 - 700 ml/h	
Deportes de equipo exteriores	tasa sudoración 500 ml/h reposición 300 - 800 ml/h	pérdida de 1 - 2 % MC	diferencias de volumen en ingesta, entre bebidas deportivas y agua
Deportes equipo interiores	Tasa sudoración 2000 ml/h Reposición 1500 ml/h	pérdida de 2 % MC	NBA
Deportes de raqueta	Élite 1000 - 2000 ml/h Aficionados 600 - 800 ml/h	Reposición 800 - 1500 ml/h	0 - 1 % pérdida de MC

Nota: MC = masa corporal; ml/h = mililitro por hora. Resumen. Adaptado de Grath y Burke (2013).

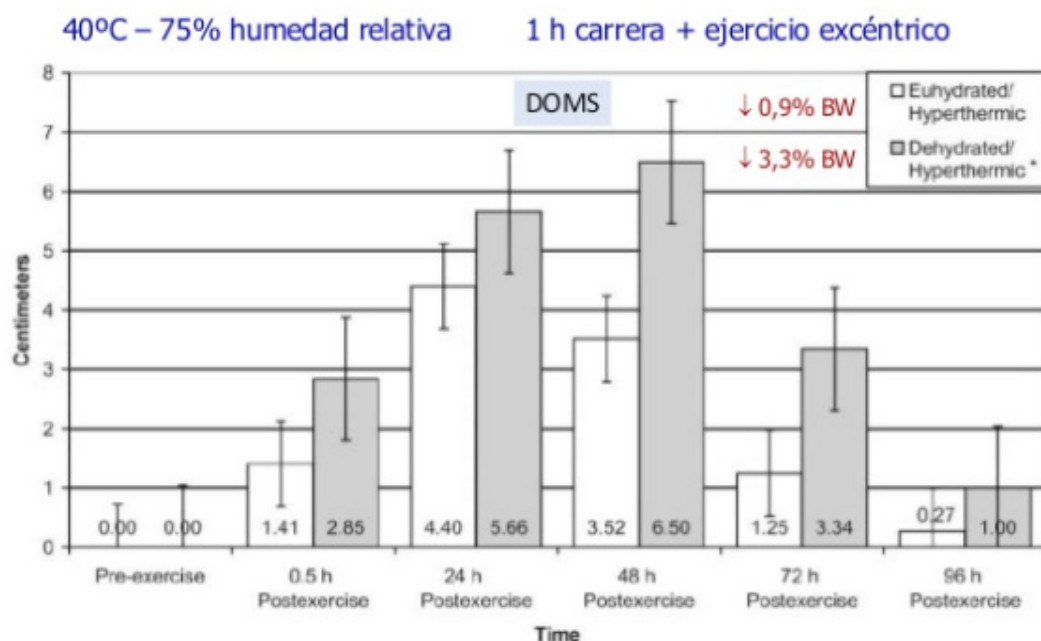


Figura 21. Tiempo de recuperación tras un ejercicio aeróbico y de fuerza excéntrico en condiciones de calor y humedad alta. Se observa cómo el grupo de deshidratados se recupera mucho más tarde y peor.

Cleary *et al.* (2005) y Judelson *et al.* (2008) demostraron que, tanto la testosterona como la hormona de crecimiento, disminuyen a medida que aumenta la deshidratación; sin embargo, el cortisol y la norepinefrina aumentan en las mismas condiciones de calor.

En cuanto a la hidratación en pruebas cortas de menos de una hora de duración, Jensen *et al.* (2015) demostraron que son igual de efectivos los enjuagues bucales durante 10 segundos con bebidas ricas en hidratos de carbono, la presencia de hidratos de carbono es captada por receptores nerviosos centrales y permiten disminuir la sensación de fatiga. Braveen *et al.* (2013) añadieron al enjuague con hidratos, cafeína a razón de 3mg/kg de peso y redujeron el tiempo hasta la fatiga y fue más eficaz que la utilización solo de hidratos de carbono en distancias cortas de alta intensidad.

Además de la hidratación previa para poder afrontar con garantías una competición en condiciones de calor se puede recurrir al enfriamiento previo. Si la temperatura es alta (alrededor de 30°) es muy beneficioso el enfriamiento previo combinado con la ingesta adecuada de líquidos. Esta técnica es más beneficiosa

cuanto más calor y humedad relativa del aire hay. La forma de enfriar puede variar, pero lo importante es saber cómo responde cada deportista ante la técnica; podríamos enfriar al deportista de diferentes maneras.

Cotter (2001) y Hasegawa (2006) estudiaron las diferentes formas de enfriar al atleta previamente a la competición. Una forma es en la habitación con el aire acondicionado durante 30 a 45 minutos a 3º - 4º y con un chaleco con hielo; hay que mantener abrigados los músculos que van a trabajar en la competición. También podemos sumergir al atleta en agua con hielo. Esta última técnica es más recomendable porque la bajada de la temperatura corporal es más uniforme que con el aire de la habitación. Otra variable a tener en cuenta es que el calentamiento previo a la prueba en ambientes calurosos debería ser más corto, y a ser posible en un lugar fresco.

También se ha estudiado la influencia del calor y la deshidratación en la recuperación posterior. Según Cleary *et al.* (2005), los efectos del ejercicio en calor y alta humedad relativa (40º al 75 %) provocan efectos adversos en la recuperación hasta 96 horas después de terminado el ejercicio, por lo que habría que tener cuidado en las sesiones de entrenamiento posteriores.

Como puede apreciarse a lo largo del marco teórico, son muy pocos los estudios que se han hecho en triatlón sobre la influencia del traje de neopreno en el desarrollo de la competición, y de cómo el calor afecta en los diferentes segmentos. Además, este trabajo es uno de los pocos, por no decir el único hasta la fecha, que estudia estos dos efectos en la competición de máximo nivel internacional, y en mujeres, segmento de la población que suele ser objeto de olvido en este tipo de planteamientos como objeto de estudio único.

III. Objetivos e hipótesis

3.1. Objetivos e hipótesis de la investigación

Con el marco teórico de fondo construido para fundamentar la investigación, y después de un primer acercamiento metodológico, es el momento de presentar los objetivos e hipótesis que serán las guías de esta tesis.

3.1.1. Objetivos generales

Conocer la influencia de los factores externos, calor y utilización del neopreno, en el rendimiento parcial y final en la competición élite del triatlón internacional femenino.

Utilizar estos factores para entrenar de forma específica en la mejora del rendimiento de la competición, según las características de la deportista, el circuito y las condiciones de desarrollo de la competición.

3.1.2. Objetivos específicos

Realizar un análisis de los factores externos, utilización del neopreno y ambiente caluroso, y determinar las relaciones entre estas dos variables (correlaciones) que afectan al rendimiento final en la prueba en el triatlón de élite internacional femenino.

3.1.3. Hipótesis de investigación

Hipótesis 1:

Dentro de la carga externa de la competición de triatlón olímpico élite internacional femenino, las pequeñas diferencias que se puedan dar entre las participantes por la utilización del traje de neopreno puede variar el resultado del segmento de natación y el desarrollo general de la competición.

Hipótesis 2:

Las condiciones climáticas (temperatura alta) en las que se desarrolla la competición hacen variar el rendimiento de las deportistas en el segmento de carrera.

IV. Metodología

4.1. Consideraciones previas

Para la realización de esta tesis doctoral se planteaba una problemática especial: estudiar el rendimiento en la alta competición real.

Para saber la influencia de los factores externos en el rendimiento del triatlón femenino, he acotado estos a la utilización del neopreno en el segmento de natación y la influencia del calor en el rendimiento total de la prueba y en la carrera a pie. Para ello, he utilizado los resultados de las competiciones de máximo nivel internacional actual, excluidos los JJ. OO., ya que por su forma de selección de participantes y niveles distintos de preparación necesitan un estudio específico de los mismos. Para recoger los datos de las mismas, he desarrollado el siguiente diseño de investigación.

4.2. Diseño de la investigación

Basándome en el desarrollado por Cejuela (2009), he hecho un diseño temporal longitudinal, abarcando desde el año 2005 hasta la última prueba del año 2014.

El carácter de la investigación es el descriptivo y trata de relacionar la influencia de las variables externas en el rendimiento y resultado final de la competición. Las características del reglamento de la competición élite internacional restringen, en gran medida, la toma de datos durante la misma. Toda información debe ser recogida de una forma no invasiva sobre el triatleta o el circuito de competición. Dadas las características del trabajo no hizo falta interferir en la competición, habiéndose basado la utilización de los resultados oficiales de cada competición proporcionados por la International Triathlon Union (ITU).

La metodología descriptiva, por sí misma, me permite abordar diferentes objetivos propios de este ámbito de investigación, Heinemann (2003):

1. Examinar la existencia o inexistencia de variables.
2. Comprobar la distribución de diferentes variables.

3. Comprobar cómo diferentes variables fluctúan a lo largo del tiempo.
4. Crear tipologías en relación a los valores que adquiere una determinada variable (categorización).
5. Determinar las relaciones entre diferentes variables (correlaciones) y hacer una comparación entre los distintos objetos de investigación.
6. Comprobar empíricamente si los hechos que se desea explicar son realmente ciertos.

La realidad del fenómeno a estudiar (competición deportiva de máximo nivel internacional) nos ha restringido el método y diseño de investigación al predominantemente descriptivo y al correlacional o selectivo.

Se ha estudiado el fenómeno de la competición deportiva de máximo nivel internacional en el medio natural en el que se produce, sin introducir ninguna manipulación experimental en la situación donde naturalmente tiene lugar (prohibida totalmente por el reglamento de competición), ni seleccionar grupos iguales de sujetos. De esta forma, aunque el diseño correlacional posea menor validez interna que el experimental, debido a la dificultad para controlar el efecto de posibles variables extrañas ligadas a la situación, tiene una validez externa y ecológica mucho mayor que el experimental. No se ha provocado ningún fenómeno, si no que se observa, mide y registra, tal como ocurre realmente, lo cual garantiza la naturalidad del contexto, Castejón (2006).

Los datos que vamos a tratar en el análisis de los factores de rendimiento son fundamentalmente cuantitativos, y su procesamiento y descripción responderán a este tipo de análisis. Estos datos, junto con los citados en el análisis de los factores de rendimiento del triatlón olímpico en el marco teórico, de carácter cuantitativo y cualitativo, nos permitirán construirlo.

El análisis cualitativo responderá principalmente a la importancia que determinados aspectos externos a la preparación del deportista influyen en su rendimiento. De esta forma, estaremos en disposición de saber si es necesario plantear entrenamientos específicos al tipo de competición al que nos enfrentaremos.

El rendimiento deportivo puede ser estudiado desde diferentes perspectivas. Nuestros estudios van a aportar información sobre el análisis del deporte del triatlón olímpico élite en base a un análisis ergogénico de los factores de rendimiento, que fue explicado en el apartado 2.3.1 del marco teórico del presente trabajo.

Este análisis tiene el objetivo de contextualizar la competición de triatlón élite internacional en cuanto a los factores externos descritos (uso de neopreno y temperatura ambiente), que la competición supone al deportista, y cómo influyen estos en el resultado final de la competición.

Los resultados se van a presentar en forma de estudios diferenciados por la variable analizada y su influencia en el rendimiento final de la competición, analizando si estas variables tienen incidencias diferentes o no en la competición. Las variables a analizar con respecto a la carga externa que supone la competición son de dos tipos:

1. Tiempo invertido en el segmento de natación con neopreno y sin él, y establecer su correlación con el resultado del segmento y el resultado final.
2. Influencia del ambiente caluroso en el resultado final de la competición.

Se van a presentar los resultados del análisis y se van a discutir con la literatura existente.

4.3. Muestra

4.3.1. Selección de la muestra

Para la selección de la muestra se estableció el criterio de nivel deportivo. El nivel seleccionado fue “élite internacional”. En esta investigación, este nivel fue considerado tomando el criterio de la International Triathlon Union (ITU), el de las participantes en las denominadas World Triathlon Series. Podemos afirmar que nuestra muestra pertenece a las llamadas “naturales”, puesto que no es posible

aplicar una estrategia adecuada para su selección, debido a las características especiales de la misma (triatletas élite internacional) y de las variables de investigación, Gutiérrez-Dávila y Oña (2005).

Tras la aplicación de los requisitos expuestos, la muestra potencial estuvo formada por 382 mujeres. Hemos de destacar la elevada “n” de nuestra investigación y señalar que es la mejor y única muestra posible a estudiar en el triatlón olímpico élite internacional femenino.

4.3.2. Características de la muestra

Se estudiaron 90 competiciones femeninas del máximo nivel internacional del triatlón mundial, desde el año 2005 al año 2014, con un total de 2.500 participaciones correspondientes a 382 triatletas, de entre las mejores triatletas del mundo, clasificadas en las copas del mundo (2005 - 2009) y series mundiales ITU (2009 - 2014).

El número de triatletas totales participantes en el estudio fue de 2.500, durante 10 años. Todos ellos catalogados como deportistas de alto rendimiento por sus respectivas federaciones nacionales y por la International Triathlon Union (ITU).

Las participantes analizadas han sido todas aquellas que finalizaron las competiciones. Es importante destacar que se han descartado los resultados parciales de las participantes descalificadas o retiradas.

Las competiciones analizadas corresponden a las copas del mundo que se han desarrollado durante el ciclo olímpico, de 2005 a 2014. Y cabe también destacar que esta muestra se corresponde con el periodo de madurez y consolidación de este joven deporte, puesto que se inicia con el debut en los JJ. OO. de 2000 y finaliza con el cambio de formato de Campeonato del Mundo en el año 2008. A partir del año 2009, el campeonato del mundo no se disputa a prueba única, sino que se disputa en formato de series mundiales “ITU World Championship series”, formado por siete competiciones y una gran final, haciendo media los cuatro

mejores resultados en las competiciones disputadas por cada participante y la gran final.

4.4. Instrumentos

Debido a la naturaleza del estudio, la longitud temporal y el gran tamaño de la muestra, para realizar la toma de datos nos pusimos en contacto con la International Triathlon Union (ITU). Mediante una petición oficial, solicitamos el permiso oportuno para utilizar los datos que la ITU recoge de todas las pruebas que organiza y que facilita en su página web: <http://www.triathlon.org/>

4.5. Registro de tiempo y posiciones

Para la toma de tiempos en todas las competiciones, la ITU utiliza el sistema de cronometraje de chip electrónico ChampionChip®. El sistema consta de dos elementos:

1. El chip que llevaba cada triatleta alrededor de su tobillo izquierdo (figura 22) el cual emitía un código ya relacionado con su número de dorsal.
2. Las alfombras lectoras, que se colocaban en: la línea de salida, la entrada al área de transición, la salida del área de transición y la línea de meta. En el momento en que el triatleta las pisa, detectan el chip y emiten el código y tiempo de competición (figuras 23 y 24).



Figura 22. Chip colocado en el tobillo del deportista.

La base de la tecnología ChampionChip® es el sistema de identificación de radio frecuencia RFID de Texas Instruments. La combinación de varias antenas sincronizadas, tecnología analógica y digital y un software específico dedicado al tratamiento de datos sirven para proporcionar datos parciales o finales de tiempo.

Las antenas emisoras y receptoras están metidas en unas finas alfombras de tartán. Estas alfombras se sitúan en la línea de salida, entrada al área de transición, salida del área de transición y línea de meta, y están conectadas a una caja amarilla que contiene baterías y aparatos eléctricos situada a un lado del circuito. Cada vez que un triatleta cruza las alfombras, el chip se energiza y envía su número de identificación y la hora o tiempo de paso por ese lugar.



Figura 23. Chip electrónico utilizado para el cronometraje de las competiciones.

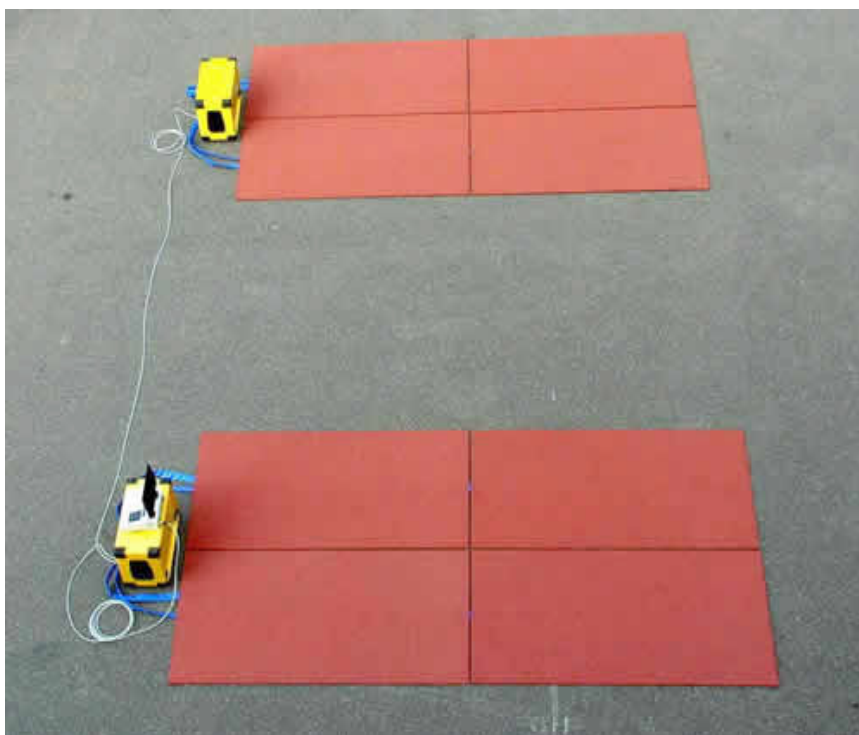


Figura 24. Alfombras lectoras utilizadas para el cronometraje de las competiciones.



Figura 25. Alfombra lectora colocada a la salida del área de transición en los JJ. OO. de Pekín 2008.

He utilizado los tiempos totales y parciales (segmentos y transiciones) invertidos en cada competición en el software específico (Microsoft Excel).

4.6. Tratamiento de la información

4.6.1. Determinación de los tiempos parciales

Para determinar el tiempo empleado en la competición, se utilizaron los tiempos obtenidos por el sistema de cronometraje electrónico, ChampionChip®, en las diferentes fases de la competición.

Estos datos se procesaron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, presentándose de la siguiente manera:

- Tiempo invertido en el segmento de natación: se registra desde que se da la señal de salida, recorre el circuito de natación (1.500 metros), hasta que el triatleta transita por encima de la alfombra lectora situada a la salida del agua o entrada del área de la transición.

- Tiempo invertido en la transición natación-ciclismo (T1): este tiempo se corresponde con el que transcurre desde que el triatleta pasa por encima de la alfombra lectora situada en la entrada del área de transición o la salida del agua, hasta que el mismo triatleta pasa por encima de la alfombra lectora situada en la salida del área de transición. Se observa esta alfombra lectora a la salida del área de transición en la figura 20, situada debajo del video marcador, de color verde, en los JJ. OO. de Pekín 2008. Comprendiendo el tiempo de transición natación-ciclismo (T1) como el tiempo utilizado por los triatletas para realizar sus cambios de equipación: dejar las gafas de nadar, el gorro y el neopreno (su uso depende de la temperatura del agua) y ponerse el casco protector, coger la bicicleta y las gafas de sol (opcionales); y transitar por el área habilitada para ello (área de transición).
- Tiempo invertido en el segmento de ciclismo: el tiempo invertido en el segmento de ciclismo se registra desde que el triatleta transita por encima de la alfombra lectora situada en la salida del área de transición de la T1, recorre el circuito ciclista (40 kilómetros), y hasta que el triatleta vuelve a transitar por la alfombra lectora situada en la entrada del área de transición de la T2.
- Tiempo invertido en la transición ciclismo-carrera a pie (T2): es el tiempo invertido en la T2, que corresponde al tiempo que transcurre desde que el triatleta pasa por encima de la alfombra lectora situada en la entrada del área de transición, hasta que el mismo triatleta pasa por encima de la alfombra lectora situada en la salida del área de transición (figura 25). Comprende el tiempo de transición ciclismo-carrera a pie (T2), el tiempo utilizado por los triatletas para realizar sus cambios de equipación: dejar la bicicleta, el casco protector y ponerse las zapatillas de correr, y transitar por el área habilitada para ello (área de transición).
- Tiempo invertido en el segmento de carrera a pie: el tiempo invertido en

el segmento de carrera a pie se registra desde que el triatleta transita por encima de la alfombra lectora situada en la salida del área de transición de la T2, recorre el circuito de carrera a pie (10 kilómetros), hasta que el triatleta cruza la línea de meta.

- Tiempo total de la competición: el tiempo total de la competición se registra desde que el juez árbitro da la señal de salida, hasta que el triatleta cruza la línea de meta después haber completado todo el recorrido (1,5 km de natación, 40 km de ciclismo y 10 km de carrera a pie).

4.7. Análisis estadístico

En este apartado se presentan los resultados correspondientes a las pruebas de competición de triatlón olímpico élite internacional femenino, en las que se han estudiado la influencia del traje de neopreno en la prueba de natación, así como la influencia del clima sobre las diferentes pruebas.

Se han identificado un total de 382 participantes pertenecientes a 54 países en las pruebas de triatlón seleccionadas correspondientes a las distintas condiciones de participación estudiadas. Estos sujetos han participado repetidamente en las diferentes pruebas, por lo que se han comparado los tiempos cronometrados en natación, ciclismo y carrera, así como el tiempo total de las distintas competiciones correspondiente a cada uno de ellos. Para eso, se ha aplicado la prueba t de Student para muestras relacionadas, con el objetivo de comparar los tiempos realizados por los sujetos en las diferentes condiciones analizadas.

Se ha desarrollado un estudio retrospectivo descriptivo de tipo longitudinal, en el que se ha recogido información de participaciones en competiciones de triatlón en el periodo 2005 - 2014.

4.7.1. Análisis de los datos

El análisis de los datos se ha realizado mediante el programa SPSS, versión 19. Se ha realizado un análisis descriptivo de los tiempos totales de los triatletas en las diferentes condiciones de competición examinadas. Posteriormente, se ha aplicado la prueba t para muestras relacionadas, con el objetivo de comparar el rendimiento de los triatletas a través de las condiciones de competición.

V. Resultados

En la tabla 16 se presentan los resultados descriptivos, así como el de las pruebas t para estudiar la significación de las diferencias entre las medias de tiempo, en segundos, alcanzadas por los participantes. También se ha calculado la diferencia media tipificada (d) para representar el tamaño del efecto.

Los participantes han obtenido un tiempo medio en natación de 2.184,98 segundos (DT = 885,16 segundos); de 3.909,41 en la prueba de bicicleta (DT = 343,94 segundos); y de 2.420,90 (DT = 257,31 segundos) en la prueba de carrera. El tiempo total promedio fue de 7.664,50 segundos (DT = 330,71 segundos).

En primer lugar, se observan diferencias significativas entre las medias en tiempo alcanzadas para la prueba de natación en relación a si llevan o no puesto el traje de neopreno ($t(249) = -9,001$; $p < 0,001$; $d = 0,57$). En este caso el promedio en segundos alcanzado por los participantes cuando llevan neopreno es menor que el promedio cuando no lo llevan.

La figura 26 precisa los resultados obtenidos, de acuerdo con los diagramas de caja. Se observa cómo el tiempo obtenido en natación con traje de neopreno tiene menor promedio (menor mediana) y algo menos de dispersión (caja más baja y bigotes más cortos) que el tiempo logrado en los participantes que sí llevan traje.

Tabla 16 Comparación de medias de las pruebas

Prueba	Condición	n	M	DT	t	gl	p	d
natación	neopreno	250	1.160,06	104,16				
	sin neo-				-9,001	249	<0,001	0,57
	preno	250	1.218,61	48,03				
ciclismo	duro	240	4.148,75	203,51				
	plano	240	3.948,32	131,43	12,473	239	<0,001	0,81
total	neopreno	250	7.540,79	291,22				
	sin neo-				-3,620	249	<0,001	0,23
	preno	250	7.611,55	204,69				
total	duro	239	7.735,69	264,58				
	plano	239	7.463,23	256,72	12,697	238	<0,001	0,82
natación	calor	114	1.187,02	43,37				
	frío	114	1.158,16	40,57	6,468	113	<0,001	0,61
ciclismo	calor	114	4.008,39	92,47				
	frío	114	4.137,00	199,07	-7,055	113	<0,001	0,66
carrera	calor	114	2.245,62	108,48				
	frío	114	2.220,89	122,53	3,087	113	0,003	0,29
total	calor	114	7.518,15	176,87				
	frío	114	7.586,52	293,11	-2,962	113	0,004	0,28

Nota: Pruebas de t (tiempo) para muestras relacionadas, tomando los segundos tardados para las distintas pruebas en función de las condiciones sometidas para las pruebas.

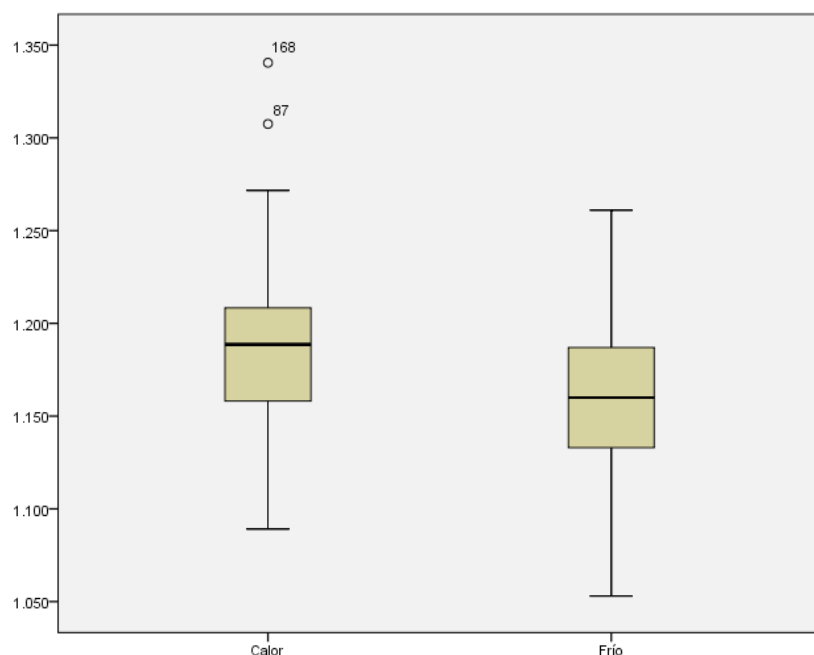


Figura 26. Diagrama de cajas de tiempo en segundos logrado en la prueba de natación con traje de neopreno y sin traje de neopreno.

De la misma forma, podemos decir que existen diferencias significativas en los tiempos totales alcanzados en función de si llevan o no puesto el traje de neopreno ($t(249) = -3,620$ $p < 0,001$; $d = 0,23$). Los resultados indican que el tiempo total es menor en la competición cuando se utiliza el traje de neopreno.

La figura 27 muestra una menor media en los totales para las pruebas sin neopreno.

Respecto a la influencia del trazado en los resultados de la prueba de ciclismo y en el tiempo total, las pruebas t indican que existen diferencias significativas entre ambas condiciones ($t(239) = 12,473$; $p < 0,001$; $d = 0,81$). La diferente amplitud de las cajas, mayor en el caso de terreno duro, indica que la variabilidad de los tiempos de los participantes es mayor cuando el trazado tiene mayor desnivel, como corresponde a una llegada paulatina de competidores, frente a una llegada más agrupada en el caso de terreno llano.

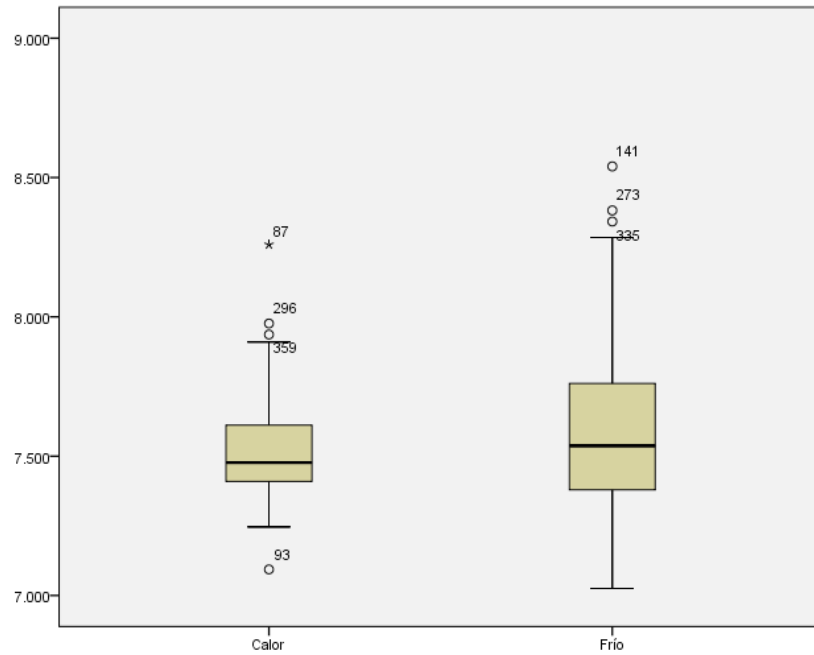


Figura 27. Diagrama de cajas de tiempo total en segundos logrado con traje de neopreno y sin traje de neopreno.

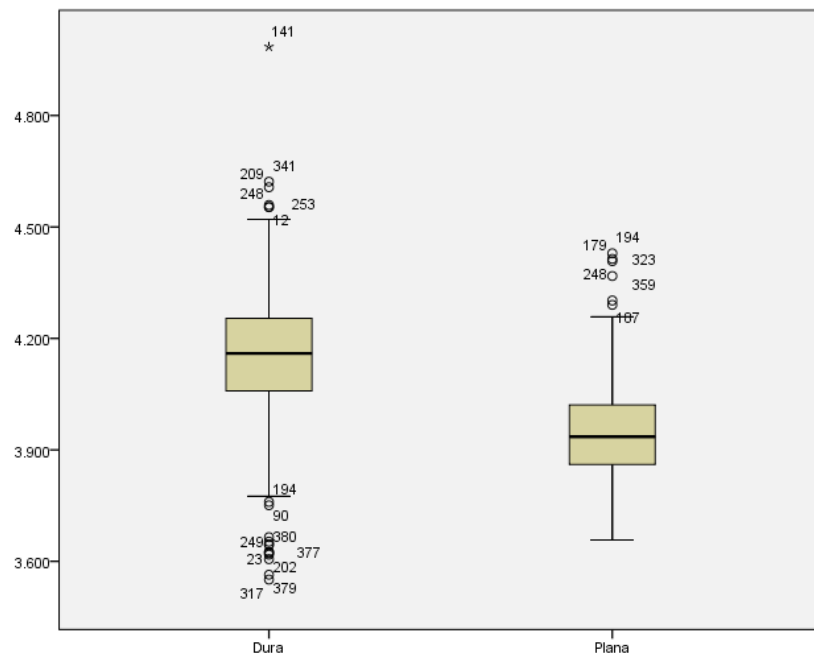


Figura 28. Diagrama de cajas de tiempo en segundos logrado en la prueba de ciclismo en pista con repetidas subidas y pista plana.

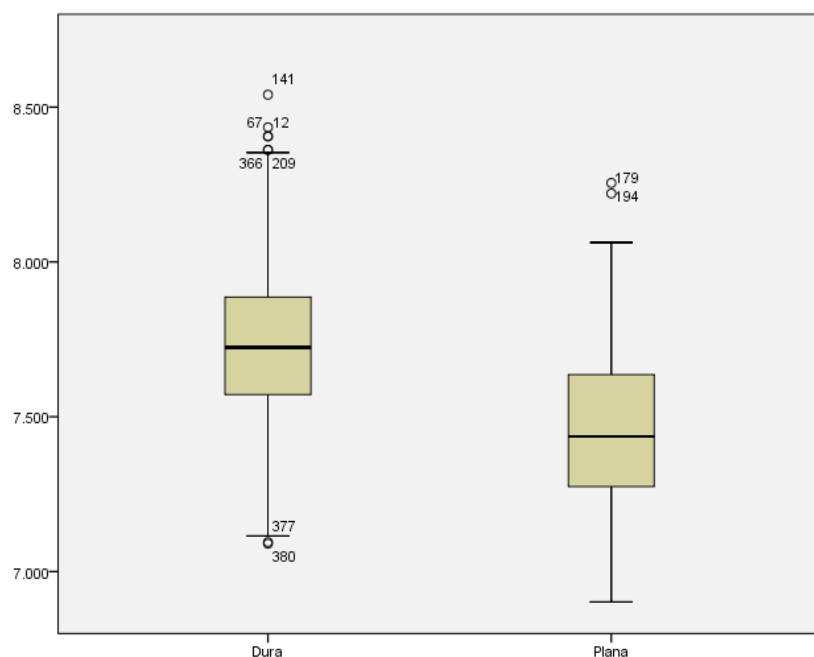


Figura 29. Diagrama de cajas de tiempo total en segundos logrado con trazados duros y planos.

Por último, se analiza la influencia de las condiciones climáticas (frío vs calor) en las distintas pruebas y en el tiempo total.

Existe significación en los resultados obtenidos por los deportistas en la prueba de natación en función de las condiciones climáticas (frío o calor) ($t(113) = 6,468$; $p < 0,001$; $d = 0,61$). Cuando la temperatura es más fría alcanzan mejores tiempos que cuando hace calor.

La figura 30 representa unos diagramas de caja distintos en su tendencia central, claramente observable esta disminución del tiempo alcanzado en la prueba de natación en días de más frío.

Otra relación significativa la encontramos en los tiempos medios logrados en la prueba de ciclismo según las condiciones climáticas ($t(113) = -7,055$; $p < 0,001$; $d = 0,66$). Así, cuando hace calor el tiempo medio en segundos en finalizar la prueba es menor que cuando hace frío.

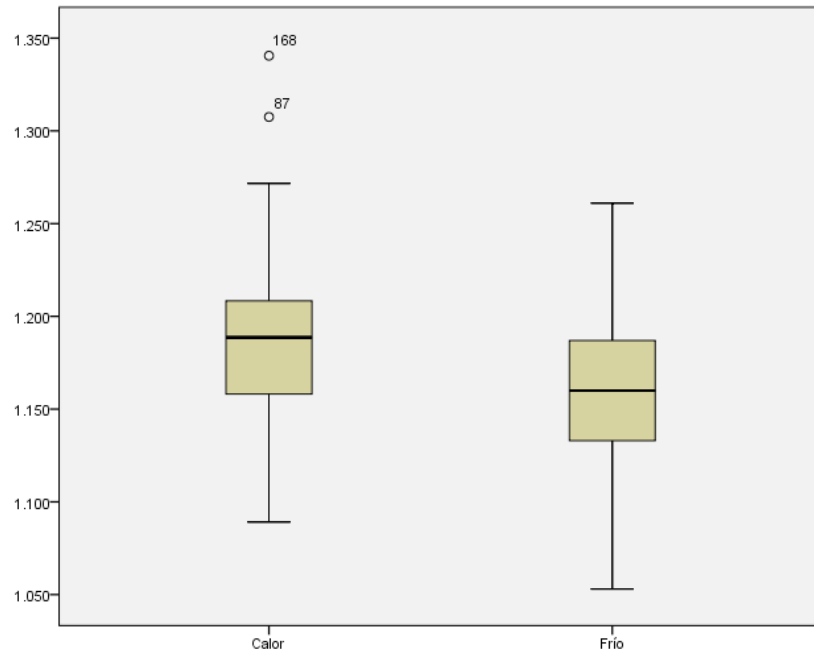


Figura 30. Diagrama de cajas de tiempo en segundos logrado en la prueba de natación con calor y frío.

La figura 31 ayuda a comprender los resultados. Se observa como la media en tiempo en segundos es menor para la prueba cuando hace calor, con una menor dispersión de los datos.

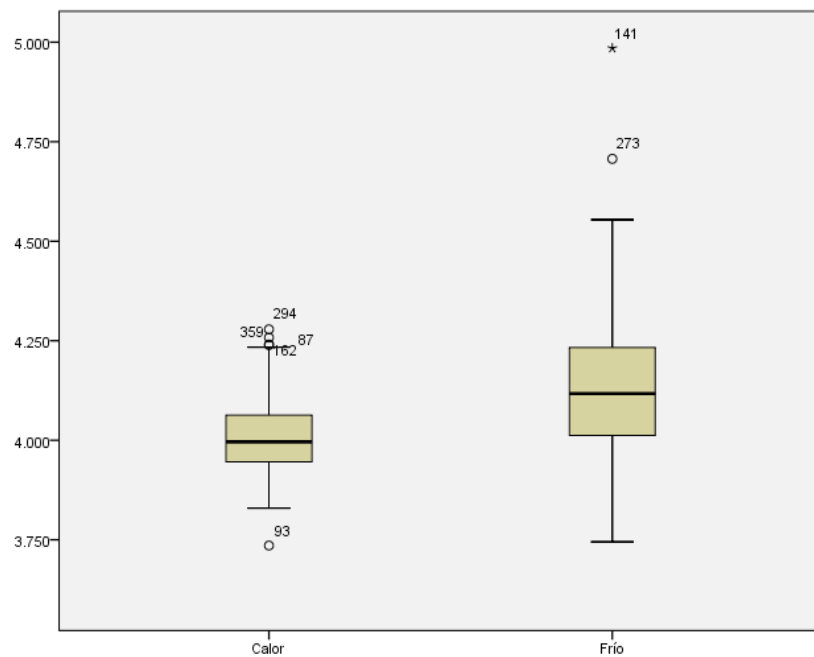


Figura 31. Diagrama de cajas de tiempo en segundos logrado en la prueba de ciclismo con calor y frío.

De nuevo existen diferencias significativas en los resultados obtenidos en la prueba de carrera según las condiciones climáticas ($t(113) = 3,087$; $p = 0,003$; $d = 0,29$). Observamos en la tabla 16 cómo los tiempos de finalización de la prueba son menores cuando se corre con frío.

La figura 32 destaca la presencia de mayores valores atípicos en los tiempos logrados por los participantes que realizan la prueba cuando hace frío, así como una menor media de tiempo logrado al finalizar.

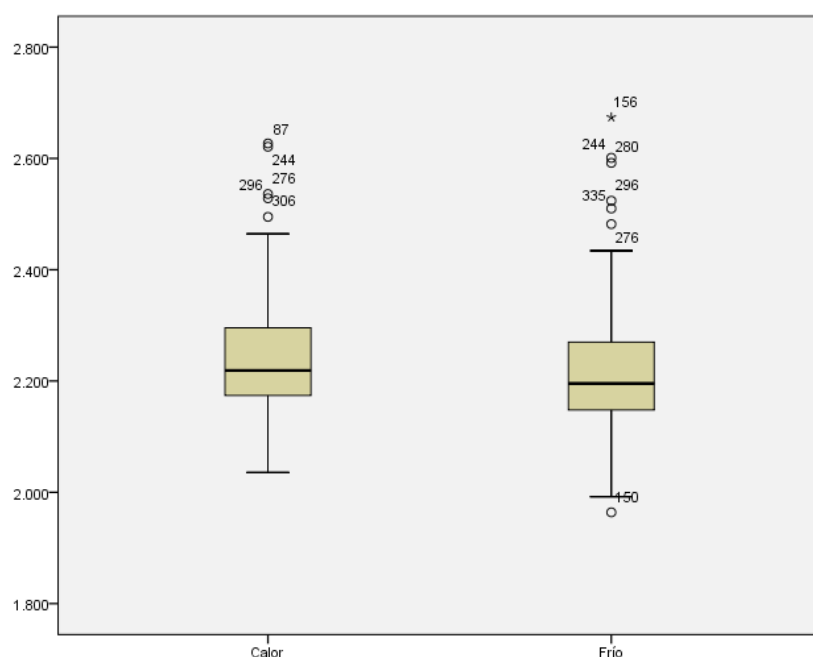


Figura 32. Diagrama de cajas de tiempo en segundos logrado en la prueba de carrera con calor y frío.

Por último, destacamos la diferencia significativa entre el tiempo total logrado de la suma de las pruebas de natación, ciclismo y carrera, según las condiciones climáticas en las que se realizan las pruebas ($t(113) = -2,962$; $p = 0,004$; $d = 0,28$). Los tiempos totales logrados en las distintas pruebas con temperaturas cálidas son menores que con frío.

En la figura 33 se observa cómo la tendencia central representada por la línea central de las cajas es menor en las pruebas celebradas en condiciones climáticas de calor.

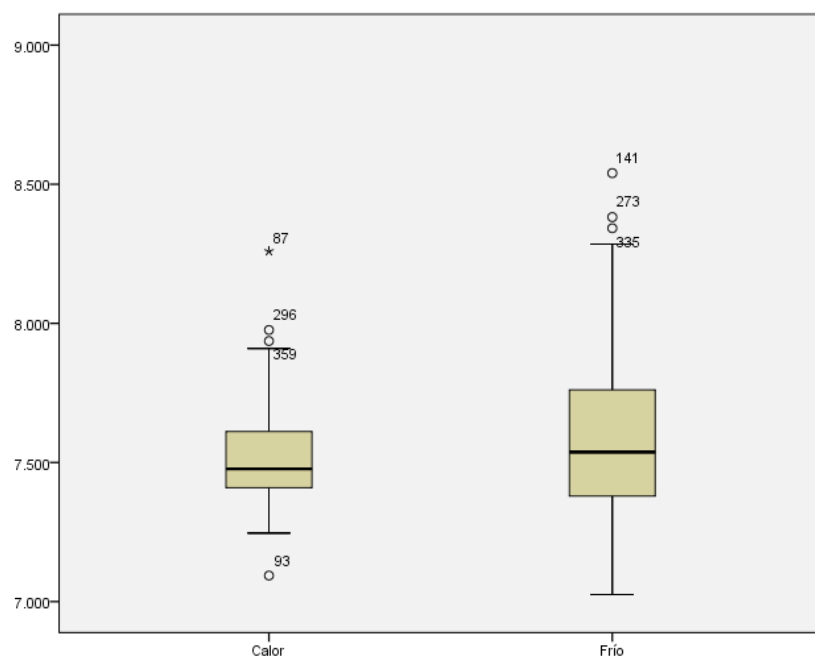


Figura 33. Diagrama de cajas de tiempo total en segundos logrado en condiciones de calor y frío.

VI. Discusión de resultados

6.1. Antecedentes del análisis de competición en deporte de resistencia

El análisis posterior de la competición es una de las herramientas más potentes que tiene el entrenador para poder saber en qué aspectos debe incidir en el entrenamiento para la mejora en la próxima competición. También permite saber cuáles son los puntos débiles del rival. El análisis de la competición ha ido ganando en importancia desde hace años. En los deportes que nos ocupan, natación, ciclismo y carrera, donde más se ha desarrollado ha sido en la natación.

Así, Bert Sitters, en el periodo que fue entrenador del primer CAR de natación en Izarra (1982-1986), fue el primero en establecer el estudio de tiempos parciales en la competición de natación en piscina, para modificar y optimizar las tareas de entrenamiento.

Persyn (1997) fue el primer entrenador en utilizar las imágenes grabadas en vídeo para analizar la técnica, grabar la competición y estudiarla con posterioridad.

Halagand (1989) fue el primero en hacer un análisis cuantitativo de la técnica en grandes campeonatos, alcanzando su primer gran desarrollo en los JJ. OO. de Barcelona, en 1992. Desde entonces hasta nuestros días este tipo de análisis en natación se han ido desarrollando y mejorando de tal manera que los resultados son casi inmediatos, y rápidamente colgados en páginas específicas de Internet.

6.2. Análisis de competición en triatlón

El análisis de competición en triatlón nace más tarde como consecuencia de ser un deporte más moderno, pero ha hecho que haya ido sobre el camino marcado por los estudios y modelos de análisis desarrollados en la natación. Hay varios trabajos de análisis del rendimiento en la competición de triatlón en todas sus distancias. Verónica (2008) señala cómo en triatlón olímpico se ve que en el segmento de carrera, tanto de hombres como de mujeres, se mantiene un elevado

ritmo para ir decreciendo a lo largo del segmento, observando lo mismo en el apartado ciclista, aunque aquí se ve alterado por el *drafting*.

Le Meur (2009) estudia las diferencias entre hombres y mujeres en las cuestas que se presentan en la carrera a pie del triatlón olímpico, encontrando que ambos sexos siguen patrones distintos. Los hombres establecen un ritmo constante independientemente del tipo de circuito, y las mujeres lo varían en función de la subida y la bajada. Los autores establecen la necesidad de estudiar los resultados de carrera en función de las condiciones meteorológicas, tipo de circuito, densidad de la lista de salida.

Bentley *et al.* (2007) estudian la influencia de la posición en la natación, ir a los pies, en el segmento ciclista. La primera observación que hacen es que la velocidad puede aumentar en un 10 % respecto a nadar en línea. Asimismo observan cómo velocidad, potencia y FC van disminuyendo progresivamente en el segmento ciclista. Este estudio, al contrario que los anteriores, se hace en pruebas de laboratorio, por lo que seguramente el comportamiento en competición será distinto.

Lepes (2008) estudia los resultados y la evolución de la velocidad en los distintos segmentos del Ironman de Hawái. Observando que de 1981 a 1989 se aprecia un aumento de velocidad general, mientras que posteriormente los niveles de velocidad en bici y carrera se estabilizan. Estudia también la diferencia entre géneros en las dos últimas décadas, observando cómo en natación la progresión es conjunta, mientras que en el ciclismo la velocidad aumenta en los dos sexos, pero la diferencia entre ambos aumenta; en carrera sigue la misma dinámica, pero las mujeres disminuyen la diferencia con los hombres a razón de un 3,8 % por década. Estas mejoras se deben, según los autores, a las mejores condiciones de alimentación antes, durante y después de la competición, y a los cambios que se producen en la composición corporal de las mujeres con aumento de masa muscular, disminución de % de grasa y mejora de la capacidad aeróbica y anaeróbica.

6.3. Rendimiento en natación y neopreno

Del análisis de los resultados de la presente tesis se evidencia lo que en numerosos estudios de campo se ha demostrado, el neopreno mejora el rendimiento en el segmento de natación. Igualmente, son muy pocos los estudios hechos sobre los resultados de la propia competición, y más siendo de máximo nivel internacional.

García *et al.* (2000) demostraron cómo a velocidades de umbral anaeróbico la utilización del traje de neopreno modificaba distintas variables fisiológicas. Un grupo de ocho triatletas femeninas hicieron un test progresivo de lactato para determinar la velocidad de umbral anaeróbico (test de Wilkie y Madsen). 72 horas después se hizo un nado continuo de 800 m controlado a velocidad de umbral, y 30 minutos después se repitió la distancia pero con el traje de neopreno. El resultado fue que a la misma velocidad la frecuencia cardiaca y el lactato disminuían significativamente. Este estudio concuerda con los datos obtenidos en la presente tesis, en el sentido de que el uso del traje de neopreno permite a la triatleta nadar más rápido o a la misma velocidad pero con menor fatiga. En la tabla 17 pueden observarse los datos del estudio de García *et al.* (2000).

Peding (2009) evidenció cómo la velocidad de nado con el traje de neopreno podía aumentar hasta en 6,6 % en una prueba de 400 metros, disminuir el VO₂ máx. para la misma velocidad de nado y disminución de lactato para la misma velocidad. Además estudió cómo influye la posición en el grupo de nado. Llegando a la conclusión que la resistencia de forma frontal se puede reducir hasta en un 26 %. A esta misma conclusión llegó Chatard (2003).

Tabla 17 Diferencias de FC y concentración de lactado en un 800m nado, con y sin neopreno

SIN NEOPRENO			CON NEOPRENO		
Media 100	FC.	Lac.	Media 100	FC.	Lac.
1.25	154	6.7	1.25	148	5
1.23	156	3.5	1.23	149	3.2
1.28	162	4.8	1.28	155	4.2
1.23	152	5.8	1.23	140	2.4
1.23	158	7.3	1.23	147	5.7
1.28	155	5.1	1.28	143	4.2
1.28	149	2.2	1.28	144	3.5

Nota: FC = frecuencia cardiaca; lac. = concentración de lactado. García *et al.* (2000).

Por todo ello, el uso del traje de neopreno permite aumentar la velocidad de nado, o si se mantiene esta, disminuir el nivel de esfuerzo. El mismo Chatard (1994) encontró que con el uso del neopreno los triatletas aumentaban su frecuencia de brazada pero no su longitud, lo cual quiere decir que podían aumentar su rendimiento sin perder técnica. Asimismo demostró que la mejora de rendimiento con el uso de neopreno debía tener en cuenta algunas variables, como el entrenamiento específico del triatleta, el entrenamiento con neopreno, y sus características antropométricas. Las mejoras del neopreno se hacen más evidentes en los peores nadadores. Que el neopreno mejore el rendimiento en las nadadoras menos hábiles se demuestra en los datos obtenidos en esta tesis y es por lo que la diferencia entre triatletas se hace menor que cuando no se puede utilizar el neopreno.

Más recientemente, Ulsaumer (2014), después de analizar resultados en competiciones de aguas abiertas en natación, establece que el neopreno mejora el rendimiento en este tipo de pruebas, 4 a 10 horas de duración, pero la mejora que proporciona también se ve mediatizada por otros factores, a saber: temperatura

del agua, duración de la prueba, características antropométricas del nadador y temperatura corporal. Además, establece diferencias entre hombres y mujeres, llegando a la conclusión de que es en ellas en las que más beneficios se pueden obtener. Las conclusiones de Toussaint (1989) y Ulsaumer (2014) corroboran los resultados obtenidos en el presente estudio.

Por tanto, y tras estudiar los diferentes estudios existentes y compararlos con los de la presente tesis, se corroboran los datos obtenidos, siendo la primera vez que esto se comprueba en resultados oficiales y de máximo nivel.

Cuando la natación se realiza con neopreno y temperatura del agua inferior a 20º, el tiempo medio de este segmento no solo es más rápido sino que además las diferencias entre participantes se reducen, es decir, el grupo es más homogéneo. Esto implica que los grupos de bici con *drafting* se hacen más grandes y da lugar a que deportistas con un peor nivel de natación pero mejor de ciclismo y/o carrera puedan ver aumentar sus posibilidades de mejorar posiciones. El uso del neopreno no solo hace que la velocidad del segmento de natación sea más rápido, también hace que el tiempo total de la prueba sea más rápido. En el estudio anterior de Cejuela (2013) sobre el rendimiento temporal en competición del mismo nivel, este dato no se había tenido en cuenta, y puede modificar las diferencias temporales de rendimiento en función de esta circunstancia en cada competición.

6.4. Rendimiento en condiciones de calor

Son muchos los trabajos que han estudiado la influencia del clima en el rendimiento y más concretamente para lo que en esta tesis se estudia, la influencia del calor en el rendimiento y las medidas a tomar en cuanto a aclimatación y la hidratación pre, durante y post competición. Además, hay estudios que demuestran las diferencias entre sexos en cuanto a la aclimatación previa. En esta tesis hemos demostrado, coincidiendo con la bibliografía existente, que las condiciones de calor ambiente hacen más lenta la carrera a pie, segmento final del triatlón olímpico.

La alta temperatura ambiental y humedad relativa del aire reducen la capacidad de rendimiento en ejercicios de resistencia. A lo largo de los años se han desarrollado modelos matemáticos sobre cómo mecanismos como la producción de calor metabólico, la acumulación y los mecanismos de disipación causan un estrés extra en el deportista que se manifiesta sobre todo en la carrera a pie de la triatleta (Mujika, 2013). Así pues, nuestros resultados están en consonancia con este planteamiento, ya que hemos visto cómo los resultados en las pruebas de triatlón desarrolladas con temperaturas altas hacen empeorar los tiempos en la carrera a pie.

Del Coso *et al.* (2015) demuestran cómo la suplementación con sal en un medio Ironman permite reducir la pérdida de peso al final de la competición y tener una mayor concentración de electrolitos. Aunque las diferencias en salto vertical y fuerza isométrica de piernas fueron similares entre los que tomaron sales y los que no.

Los siguientes estudios corroboran los hallazgos hechos en esta tesis, en la muestra de triatletas femeninas de alto rendimiento internacional en el segmento de carrera. Sawka y Scott (1999) explican cuál es el mecanismo por el que se reduce el rendimiento en condiciones de calor. En esas condiciones se produce una pérdida de líquido (agua) intra y extracelular que provocan una hipovolemia que afecta al rendimiento aeróbico, pero no a los de menor duración y mayor intensidad. Si el deportista no se hidrata suficientemente, esta hipohidratación provoca un aumento de temperatura corporal, y esto a su vez hace que se reduzca el flujo sanguíneo.

Pero no todos los deportes y los deportistas tienen el mismo grado de deshidratación. Maugan (1999) establece que cada deporte tiene una estrategia diferente de hidratación dependiendo de la duración, la intensidad y el tipo de esfuerzo, continuo o intermitente. El deportista debe saber distinguir los primeros signos de deshidratación. En deportes de elevadas demandas de fuerza, potencia o en

resistencia de alta intensidad, el rendimiento se reduce porque la deshidratación genera pérdidas de rendimiento cardiovascular y metabólico, y también afecta al sistema neuromuscular (Judelson *et al.*, 2007). De ahí las variaciones que se observan en la frecuencia y longitud de zancada en carrera a pie al final del segmento en el triatlón olímpico.

Cuando se desarrolla la competición en ambiente caluroso, Mora *et al.* (2006) demostraron que, a una intensidad de umbral de lactato, la ventilación aumenta un 8 %, la FC un 5 % y la producción de lactado un 30 %; todo ello en esfuerzos de 30 minutos de duración. Sin embargo, en esfuerzos continuos y prolongados aparece la deshidratación, y esto hace variar el ritmo de glucogenólisis y de producción de lactato. En ambos casos el $\text{VO}_{2\text{máx.}}$ no se ve afectado. Cuando se mantiene una intensidad a nivel del umbral en ambientes calurosos con sujetos sin aclimatar se produce un aumento de la FC, y del 77 % al 84 % de la frecuencia cardiaca de reserva. Lo que no está claro es si el incremento de lactato es por disminución del ritmo de aclarado. Smolander (1986 y 1987) demostró que al producirse una vasoconstricción cutánea hay que cambiar la forma de tomar las muestras de lactato.

Coyle (1999) establece cómo es diferente el rendimiento en función de la temperatura ambiente, a 20º- 21º en un ejercicio de 90 minutos de duración se puede perder un 2 % de peso corporal pero a 31º - 32º con 60 minutos se pierde ese mismo 2 %.

Asimismo, Montan (1992) demuestra que en ejercicios de 140 minutos se requieren de uno a dos litros de líquido al acabar el ejercicio para que se reduzca la frecuencia cardiaca y baje la temperatura corporal. Montan y Cole (1992), Sawka y Coyle (1999), y Sawka y Montain, (2000 y 2001) llegan a las mismas conclusiones respecto al calor y la humedad relativa del aire en pruebas de una hora de duración. La ingesta de líquido no debe ser inmediatamente después de iniciado el esfuerzo, aunque sí antes de llegar a perder el 2 % del peso corporal, la capa-

cidad de absorción gastro intestinal se reduce por lo que se necesita un mayor aporte de líquidos en estas circunstancias. Además, la ingesta no debe ser solo de líquido con sales sino que debe ir acompañada de hidratos de carbono a razón de 30 a 60 gr. Dichos autores también estudian la influencia de otras sustancias como el glicerol, los aminoácidos ramificados, precursores de neurotransmisores, llegando a la conclusión de que no tienen efectos de mejora ni sobre la salud. Por otro lado el sodio se debe administrar a razón de 3 - 4 gr en ejercicios de más de dos horas. Sin embargo, el aporte de sal en esfuerzos más cortos no parece tener beneficios. Por último, la cafeína hacia el final de la prueba, a razón de 1,5 mg/kg, tiene efectos beneficiosos.

Otro aspecto importante es saber con qué tipo de bebida se hidrata mejor el deportista. López Román (2008) llega a la conclusión de que la hidratación es mucho mejor cuantas más bebidas diferentes hay para la hidratación a disposición del deportista. Con mucha variedad de sabores y bebidas se producen menos pérdidas de peso y se recupera mejor en las 24 horas siguientes al esfuerzo. También observó que con diferentes bebidas y sabores el deportista ingiere más líquido.

A lo largo de la historia se han desarrollado distintas estrategias para poder adaptarse a las condiciones de calor. El enfriamiento previo para reducir la temperatura central, la aclimatación al calor y la estrategia de hidratación son importantes para mejorar el rendimiento de las deportistas en condiciones climatológicas adversas.

Muchos estudios hablan de estrategias y métodos para el enfriamiento previo a la competición: hielo, agua, chalecos, por separado o combinando varios tipos. Estos métodos se aplican juntos o por separado (Quod *et al.*, 2006; Ross *et al.*, 2013).

Por otro lado, las estrategias de exposición previa al calor, pasivas o activas, provocan adaptaciones fisiológicas positivas, como incremento del volumen plasmático, aumento de la percusión cutánea, incremento de la tasa de sudoración

y reducción del contenido de electrolitos en el sudor. Estas adaptaciones que ayudan al deportista a mejorar su condición en calor, han provocado que se estén planteando estrategias de entrenamiento en calor, para poder mejorar el rendimiento en condiciones termoneutrales (Lorenzo *et al.*, 2010).

Nosotros hemos comprobado que las condiciones climáticas influyen en el tiempo parcial de cada segmento y en el total de la prueba. En general, en condiciones de calor la velocidad de carrera disminuye; la de natación también, pero esto es normal ya que al no poder usarse el neopreno la velocidad de este segmento es mucho más lenta.

En cuanto a la influencia de los aspectos climáticos, lógicamente, en natación cuando la temperatura es baja el rendimiento mejora debido a que normalmente se desarrolla con la utilización del neopreno. En el ciclismo, al contrario, cuando el clima es frío, los tiempos empeoran, esto seguramente es debido a que el manejo técnico de la bici se dificulta y hace que la velocidad disminuya para mantener la seguridad.

Hemos demostrado que en el triatlón olímpico femenino de élite en el segmento de carrera a pie, cuando se corre en ambiente frío, la velocidad aumenta; mientras que en condiciones de temperatura alta esta velocidad disminuye y, por tanto, aumentan los tiempos, algo que está en consonancia con los resultados obtenidos en pruebas de laboratorio, Mora *et al.* (2006).

Además, en condiciones de calor la carrera del grupo en general es más heterogénea, dándose mayores diferencias entre primeras y últimas. Por tanto, es importante la forma de hidratarse en pruebas de una duración de dos horas en condiciones de calor. Baillot (2015) demostró que en pruebas largas se produce un aumento de la osmolaridad de la orina y disminución de peso de 1,9 a 3,7 kg. Este proceso se va produciendo de manera progresiva a lo largo de la prueba haciendo necesario el aumento de ingesta de líquidos a lo largo de la competición.

Berger *et al.* (2009) descubrieron que en ambientes calurosos, como consecuencia de la pérdida de líquido, se da una hiponatremia en las pruebas de dos horas y más de duración. Pero no solo se produce la pérdida de sales, también hay alteraciones en el hematocrito, el volumen corpuscular medio y el contenido de hemoglobina del hematíe. Todo ello tiene como consecuencia la pérdida de rendimiento que se observa en la carrera. Además hay que tener en cuenta que en el triatlón, cuando se llega al segmento de carrera, la deportista ya lleva 90 minutos de competición.

Esos efectos también se han comprobado en jugadores de fútbol en los que, en periodo de descanso, se han llegado a medir temperaturas musculares muy elevadas (de 39,6° a 41,9°); y estos valores se correspondían con un índice de deshidratación elevado y una percepción de fatiga alta en un test de *sprint* repetido.

FEMEDE (2008), en su documento de consenso sobre la deshidratación y el rendimiento deportivo, establece que el calor y la deshidratación empeoran el rendimiento. Esto se produce como consecuencia de la disminución de la capacidad de obtener energía aeróbica, por la disminución de la velocidad de aclarado de lactato y por disminución de fuerza. Los efectos sobre el rendimiento dependen de la cantidad de líquido perdido: un 2 % afecta a la capacidad de termorregulación, el 3 % de pérdida disminuye la resistencia al ejercicio y provoca calambres, mareos, posibilidades de lipotimia e incremento de la temperatura corporal 38°. Así hasta llegar al 10 % de pérdida de líquidos, en cuyo caso peligra la vida del deportista.

Sin embargo, curiosamente, cuando hace calor el tiempo total de la prueba es menor. Sin duda es debido a que la duración del segmento ciclista, al ser el de más duración y en el que más velocidad se desarrolla, hace que el tiempo total disminuya, aun a pesar que la natación y la carrera son más lentas que cuando hace frío.

VII. Conclusiones

7.1. Conclusiones respecto al uso del neopreno

En relación al primer objeto de estudio, se han extraído las siguientes conclusiones:

1. El uso del neopreno aumenta la velocidad de la triatleta en el segmento de natación.
2. El uso del neopreno hace que las diferencias entre primeras y últimas participantes sea menor. El grupo es más homogéneo y compacto.
3. El uso del neopreno hace que el tiempo total de la prueba sea más rápido.
4. El nado con neopreno se caracteriza por un aumento significativo de la frecuencia de brazada.

7.2. Conclusiones del efecto del calor en el rendimiento

En relación al segundo objeto de estudio, se plantean las siguientes conclusiones:

1. El calor hace más lenta la carrera y amplía las diferencias entre competidoras.
2. El ambiente caluroso hace que la prueba sea más rápida, aun a pesar de que la natación y la carrera sean más lentas que con frío.
3. En ambientes fríos la bici se hace más lenta por falta de pericia técnica.

7.3. Aplicaciones prácticas

Teniendo en cuenta las conclusiones establecidas anteriormente debemos plantear tareas de entrenamiento específicas con el neopreno. Como hemos visto, el uso del neopreno hace que la natación se pueda realizar de manera más rápida. Además, se observa una tendencia clara a que la mejora de la velocidad se deba a un aumento de la frecuencia de la brazada. Igualmente, una de las consecuencias claras de la utilización del neopreno es que el grupo de agua se hace más grande, ya que las diferencias entre primeras y últimas se reducen.

Por tanto, y para aprovechar al máximo la ventaja que otorga el neopreno, será necesario desarrollar entrenamientos de natación con él en la piscina. Estos entrenamientos deben tener como característica que las tareas desarrolladas a velocidad de competición deben hacerse con el neopreno. Además, y debido al cambio de técnica que implica su uso, anteriormente a esta etapa de desarrollo de los componentes de ritmo de competición, deberíamos incluir un periodo de trabajo con neopreno a velocidades bajas, con especial atención al gesto técnico.

Otra característica es que, al hacerse el grupo más grande, las dificultades para desenvolverse en estas circunstancias aumentan. Por ello, se deben programar entrenamientos en grupo y de waterpolo para dar herramientas a la triatleta para desenvolverse de manera óptima en esos momentos de «tumulto acuático».

Como la velocidad aumenta entre otros factores por el aumento de la frecuencia de brazada, será necesario aumentar la fuerza en el gimnasio y hacer ejercicios de técnica específicos para el aumento de la frecuencia de brazada sin disminuir la longitud de brazada, es decir, sin perder técnica.

Otro aspecto a tener en cuenta es que la triatleta deberá aumentar su frecuencia de batido al final del segmento de natación, los últimos 200-300 metros. La triatleta normalmente no tiene una frecuencia ni técnica de batido tan desarrollada como las nadadoras. Si a lo anterior le sumamos que con el uso del neopreno las piernas flotan y, por tanto, no se hace necesario moverlas tanto, y que el neopreno presiona la musculatura de las piernas, con todo ello tenemos que cuando la triatleta llega a la transición se pone de pie y, posteriormente, se pone a pedalear, la musculatura de sus piernas no puede responder a la exigencia de los primeros kilómetros en la bicicleta. Por ello es muy importante este aumento de frecuencia de batido en la última fase de la natación.

La progresión debería empezar por la utilización del neopreno en distancias medias y largas de baja intensidad (ejercicios de técnica de nado) y, según se

vaya acercando la competición, distancias cortas pero a velocidad de competición, fijándonos en el aumento de la frecuencia de brazada, y, de vez en cuando, sesiones en grupo en aguas abiertas.

Como hemos visto, el uso del neopreno hace que las condiciones de la transición 1 se modifiquen. Dado que la salida del agua se hará en un grupo más grande y que habrá triatletas que normalmente saldrían más atrás, esto significa que la triatleta deberá entrenar la técnica para quitarse el neopreno y, sobre todo, el manejo de la bici y el salto a la misma en un grupo mucho más numeroso de lo normal.

Por otro lado, al modificarse la velocidad de nado con el neopreno y ser superior a la que desarrolla normalmente el triatleta, es necesario hacer entrenamientos de ciclismo a intensidad de competición precedido de sesiones de alta intensidad en agua con neopreno.

En cuanto a las condiciones de temperatura alta hemos visto que influye haciendo que el parcial de carrera sea más lento y con mayores diferencias entre las participantes. Este comportamiento se invierte en el segmento de ciclismo, el calor hace que el parcial de bicicleta sea más rápido, por lo que cuando se vaya a desarrollar un triatlón en condiciones de calor será necesario hacer trabajos específicos de desarrollo de altas intensidades en los entrenamientos de ciclismo, así como desarrollar elementos técnicos y tácticos de competición en grupo (pelotón). Al contrario, si la competición se va a desarrollar en un ambiente frío será necesario entrenar aspectos específicos de manejo de la bicicleta en condiciones de humedad, viento, y trazado de curvas.

En cuanto al segmento de carrera, será necesario hacer periodos de aclimatación al calor para mejorar aquellos aspectos que se ven afectados por las altas temperaturas: aumento de la frecuencia cardiaca, aumento de la densidad de la orina, pérdida de sales, deshidratación general, aumento de la sudoración, etc.

También es fundamental establecer una clara estrategia de hidratación previa a la competición y durante la misma. Esto incluirá no solo las cantidades de líquido a ingerir sino también el tipo de bebida, sabor, contenido en sales, porcentaje de hidratos de carbono, temperatura del líquido, dosificación de la bebida. Hay que saber que la hidratación debe ser durante las 96 horas previas a la competición en altas temperaturas, de tal manera que el día de la competición la deportista debe salir a competir perfectamente hidratada y con una idea muy clara de cómo, cuándo y cuánto líquido debe ingerir. Durante la competición no solo hay que ingerir líquido, también hay que refrigerar el cuerpo mediante agua fría y hielo aplicado en la parte posterior de la cabeza, muñecas, ingles y pecho. Otra estrategia a seguir es el enfriamiento previo al inicio de la competición. La estrategia de hidratación debe ser diferente en ciclismo y en carrera, y debería ser *ad libitum*, ya que de esta manera se obtienen mejores resultados.

7.4. Futuras líneas de investigación

Con el ánimo de continuar profundizando en la investigación aplicada al triatlón, se pueden sugerir distintas líneas de investigación como las siguientes:

- Desarrollar este mismo estudio pero en categoría masculina.
- Mediante la misma metodología de trabajo, hacer una comparativa entre el comportamiento de ambos sexos, para poder establecer patrones diferentes de entrenamiento.
- Estudiar la influencia del perfil del segmento de ciclismo en el tiempo total de la prueba y en el posterior segmento de carrera.
- Por otro lado está el calor, que no debería ser el mismo cuando las distancias sean mayores y, por tanto, se podrían hacer estos mismos estudios en las diversas distancias oficiales del triatlón: *sprint*, medio Ironman y Ironman.

VIII. Referencias bibliográficas

- Alaminos, A., y Castejón, J. L. (2006). *Elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión*. Alicante: Marfil.
- Alison, G., y Burke, M. (2013). What Do Athletes Drink During Competitive Sporting Activities? *Sports Med.* 43, 539-564.
- Álvarez, G. (1995). *Análisis y optimización biomecánica de la técnica de pedaleo ciclista*. (Tesis doctoral no publicada). Universidad del País Vasco, San Sebastián.
- American College of Sports Medicine (2007). Exercise and fluid replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
- Arellano, R. (2010). *Entrenamiento técnico de natación*. Madrid: Cultivalibros.
- Bailey, D. M., Pearce, M., Etxebarria, N., y Ingham, S. A. (2007). Correlates of performance in triathlon. *12th Congress Annual de European Collegue Sport Science*. Helsinki, Finlandia.
- Baillot, M. *et al.* (2015). Hydration and thermoregulation during a half-ironman performed in tropical climate. *Journal of sports science and medicine*. 2015 Jun; 14(2), 263-268.
- Ballesteros, J. (1987). *El libro del triatlón*. Madrid: Arthax S.L.
- Bayer, C. (1986). *La enseñanza de los juegos deportivos colectivos*. Barcelona: Hispano Europea, S.A.
- Braveen, M., Maulder, P., Pooley, A., Kliduff, L., y Cook, C. (2013). Effects of caffeine and carbohydrate mouth rinses on repeated sprint performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38(6), 633-637.
- Beneke, R., Hutler, M., y Leithauser, R. M. (2000). Maximal lactate-steady-state independent of performance. *Medicine Science Sports Exercise*, 32(6) 1135-1139.

- Bentley, D. J., Cox, G. R., Green, D., y Laursen, P. B. (2007). Maximising performance in triathlon: Applied physiological and nutritional aspects of elite and non-elite competitions. *Journal Sciences Medicine Sport*, 12, 234-242.
- Bentley, D. J., Libicz, S., Jouglac, A., Costec, O., Manettac, J., Chamarie, K., y Millet, G.P. (2007). The effects of exercise intensity or drafting during swimming on subsequent cycling performance in triathletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10, 234-243.
- Bentley, D. J., Weekes, S. A., Wilson, G. J., Davie, A. J., y Zhou, S. (1998). Lower limb muscular strength and endurance cycle performance in triathletes. *Journal Sport Science*, 16(5), 445-456.
- Bentley, D. J., Wilson, G. J., Davie, A. J., y Zhou, S. (1998). Correlations between peak power output, muscular strength and cycle time trial performance in triathletes. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*, 38(3), 201-207.
- Bentley, D. J., Millet, G. P., Vleck, V. E., y McNaughton, L. R. (2002). Specific aspects of contemporary triathlon: implications for physiological analysis and performance. *Sports Medicine*, 32(6), 345-359.
- Berbalk, A., Neumann, G., y Pfutzner, A. (1997). Adaptation cardiaque et capacités d'endurance chez les triathletes. *1er Symposium international de l'entraînement en triathlon*, París.
- Bernard, T., Hauswirt, C., Le Meur, Y., Bignet, F. Dorel, S., y Brisswalter, J. (2009). Distribution of power output during the cycling stage of a Triathlon World Cup. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1296-1302.
- Bluche, P. F., Callis, A., Pages, T., e Ibáñez, J. (1990). Análisis de algunos parámetros sanguíneos en la llegada de una triatlón de clase A. *Apunts Medicina de L'Esport*, 23, 97-102.

- Bompa, T. (2003). *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento*. Barcelona: Editorial Hispano Europea.
- Brodal, P., Ingjer, F., y Hermansen, L. (1977). Capillary supply of skeletal muscle fibers in untrained and endurance-trained men. *American Journal Physiological*, 232(6), 705-12.
- Barger-Mendoca, M., Bielavsky, M., y Retondaro-Barbosa, F. (2009). Significant sodium plasma reduction after half-ironman triathlon in brazilian triathletes. *Journal of Human Sport & Exercise*, 4(3), 246-253.
- Burke, E. R., Faria, I. E., y White, J. A. (1990). *Cycling*. En Reilly, T., Secher, P., Snell, P., y Williams, C. *Physiology of Sports*. London: Chapman and Hall.
- Butts, N. K., Henry, B. A., y Mclean, D. (1991). Correlations between VO₂ máx. and performance times of recreational triathletes. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*, 31(3), 339-344.
- Cala, A., Cejuela, R., Veiga, S., García, A., Navarro, E. y Pérez-Turpín, J. A. (2008). Biomechanical analysis of the running part at competition triathlon World Cup. Differences between men and women. *Proccedings of 1^o Joint International Pre-Olympic Conference of Sports Science y Sports Engineering*. Nanjing, P. R. China, August, 5-7. 2, 029-034.
- Castellar, C. (1999). El triatlón de invierno. Modificaciones actuales y su incidencia en el entrenamiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 12(2), 25-30.
- CBSSport (2000). Olympic History: Triathlon. Recuperado de <http://cbs.sports-line.com/u/olympics/2000/history/triathlon.htm>
- Cejuela, R. (2005a). Análisis de la natación: natación triatlón versus natación piscina I. *Sport Training Magazine*, 1, 10-15.

- Cejuela, R. (2005b). Análisis de la natación: natación triatlón versus natación piscina II. *Sport Training Magazine*, 2, 8-11.
- Cejuela, R. (2005c). Análisis del triatlón: la T1. *Sport Training Magazine*, 3, 8-11.
- Cejuela, R. (2006a). Análisis del triatlón: ciclismo en triatlón versus ciclismo en ruta. *Sport Training Magazine*, 4, 8-11.
- Cejuela, R. (2006b). Análisis del triatlón: ciclismo en triatlón versus ciclismo en ruta II. *Sport Training Magazine*, 5, 8-11.
- Cejuela, R. (2006c). Análisis del triatlón: la T2. *Sport Training Magazine*, 6, 10-13.
- Cejuela, R. (2006d). Análisis del triatlón: la carrera a pie I. *Sport Training Magazine*, 7, 12-15.
- Cejuela, R. (2006e). Análisis del triatlón: la carrera a pie II. *Sport Training Magazine*, 8, 12-15.
- Cejuela, R., Pérez-Turpín, J. A., Cortell, J. M., y Villa, J. G. (2008). An analysis of transition time in the world championship of triathlon Hamburg 2007: Determination of the Lost Time T2. *Proceedings of 1st Joint International Pre-Olympic Conference of Sports Science y Sports Engineering*. Nanjing, P. R. China, August, 5-7. 2, 193-198.
- Cejuela, R., Pérez-Turpín, J. A., Villa, J. G., Cortell, J. M., y Rodríguez-Marroyo, J. A. (2007). An analysis of performance factors in sprint distance triathlon. *Journal of Human Sport and Exercise*, 2(2), 1-25.
- Cejuela, R. (2009). *Análisis de los factores de rendimiento del triatlón olímpico. Aplicación a los contenidos de la asignatura Deportes Individuales: Triatlón*. Tesis doctoral. Facultad de Educación. Universidad de Alicante. Alicante.

- Cejuela, R., Cala, A., Pérez-Turpín, J. A., Villa, J., Cortell, J., Chinchilla, J. (2013). Temporal Activity in Particular Segments and Transitions in The Olympic Triathlon. *Journal of Human Kinetics*. 2013 Mar; 36, 87-95.
- Cejuela, R., Nelson J. M., Frutos, L., y Gil-Izquierdo, S. (2014). Comparación de la economía de nado (VO₂) con la utilización o no del traje de neopreno. *Congreso nacional de la AETN*. Granada.
- Chatard, J. C., Chollet, D., y Millet, G. (1998). Performance and drag during drafting swimming in highly trained Triathletes. *Medicine Science Sports Exercise*, 30, 1276-1280.
- Chatard, J. C., Senegas, X., Selles, M., Dreanot, P., y Geyssant, A. (1995). Wet suit effect: a comparison between competitive swimmers and triathletes. *Medicine Science Sports Exercise*, 27(4) 580-586.
- Chatard, J. C., y Wilson, B. (2003). Drafting distance in swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 1176-1181.
- Chavarren, J., Dorado, C., y López Calbet, J. A. (1996). Triatlón: factores condicionantes del rendimiento y del entrenamiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 10(2), 29-37.
- Chicharro, J. L, Aznar, S., Fernández, A., López, L. M., Lucía, A., y Pérez, M. (2004). *Transición Aeróbica-Anaeróbica. Concepto, metodología de determinación y aplicaciones*. Madrid: Ed. Master Line y Prodigio S.L.
- Cleary, M., Sweeney, L., Kendrik, Z., y Sitler, M. (2005). Dehydration and Symptoms of Delayed-Onset Muscle Soreness in Hyperthermic Males. *Journal of Athletic Training*. Oct-Dec; 40(4), 288-297.
- Clotet, I. (2008). Posición obtenida en el segmento de natación y resultado final. *XI Jornadas Técnicas de la Federación Española de Triatlón*. Madrid.

- C.O.I. (2004). *History of Triathlon*. Recuperado el 6 de octubre de 2008 de <http://www.athens2004.com/en/TriathlonHistory>
- Cordain, L., y Kopriva, R. (1991). Wetsuits, body density and swimming performance. *Britihs Journal Sports Medicine*, 25(1), 31-33.
- Coso, J., González-Millán C., Salinero, J., Abián-Vicén, J., Areces, A., Lledó, M., Lara, B., Gallo-Salazar, C., y Ruiz-Vicente, D. (2015). Effects of oral salt supplementation on physical performance during a half-ironman: A randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*.
- Cotter J.D., Sleivert G.G., Roberts W. S, Febbraio M. A. (2001). Effect of pre-cooling, with and without thigh cooling, on strain and endurance exercise performance in the heat. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 128(4), 667.
- Coubertín, P. (1965). *Memorias Olímpicas*. Tratado de José María Soler.
- Coyle, E. (2004). Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of Sports Sciences* 22, 39-55.
- Cundiff, D. E. (1993). Investigaciones fisiológicas sobre el triathlon. *Sport y Medicina*, 33, 22-25.
- Dallan, G. M., Jonas, S., y Miller, T. K. (2005). Medical considerations in triathlon competition. *Sport Medicine*, 35 (2), 143-161.
- Delgado Noguera, M. A. (2004). El Olimpismo: contenido interdisciplinar, transversal y universal de la educación física y el deporte. *Efdeportes.com*, 10(69).
- Dengel, D. R., Flynn, M. G., Costill, D. L. y Kirwan, J. P. (1989). Determinants of success during triathlon competition. *Research Quarterly for Exercise y Sport*, 60(3), 234-238.

- Díaz, V., Zapico, A., Peinado, A. B., Alvarez, M., Benito, P.J., y Calderón, F. J. (2009). Physiological profile of elite triathletes: a comparison between young and professional competitors. *Journal of Human Sport and Exercise*, 4(3), 237-245.
- Dion, T., Savoie, F., Asselin, A., Gariépy, C., Goulet, E. (2013). Half-marathon running performance is not improved by a rate of fluid intake above that dictated by thirst sensation in trained distance runners. *Eur J Appl Physiol*. Dec; 113(12), 3011-3020.
- Ehlenz, H., Grosser, M., y Zimmermann, E. (1990). *Entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Martínez Roca.
- Ehrler, W. (1994). *Triatlón: técnica, táctica y entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Federación Española de Triatlón. (4 de octubre de 2008). Reglamento de competición. Recuperado de <http://www.triatlon.org/>
- Federación de Triatlón Comunidad Valenciana. (3 de octubre de 2008). La federación, Memoria 2008. Recuperado de <http://www.triatlocv.org/>
- FEMEDE (2008). Grupo de trabajo sobre nutrición en el deporte de la Federación Española de Medicina del deporte. Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de fluidos. *Documento de Consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte*. Arch Med. Deporte. 2008, XXV; 126, 245-258.
- Galvao, C. (2003). El primer Iroman: 18 febrero de 1978. Recuperado el 1 de octubre de 2008 de http://www.iromanbrasil.com.br/esp/noticia_detalhe.asp?cod_clipping=1009ycod_cliente=33
- García, D., y Herrero Alonso, J. A. (2003). El triatlón: un acercamiento a sus orígenes y a los factores que determinan su rendimiento. *www.efdeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires. 9(66).

- García, J., Navarro, M., y Ruiz, J. A. (1998). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo*. Madrid: Gymnos.
- García, J., Navarro, F., Legido, J.C., Vitoria, M. (2006). *La resistencia*. Madrid: Grada.
- García, J., Navarro, M., Ruiz, J. A., y Martín, R.; (1998). *La velocidad*. Madrid: Gymnos.
- Garside, I. Y., y Doran, D. A. (2000). Effects of bicycle frame ergonomics on triathlon 10-km running performance. *Journal Sports Science*, 18(10), 825-833.
- Gil, L., Gutiérrez, J., y Sánchez, F. (2000). *Manual técnico de triatlón*. Madrid: Gymnos.
- González, J. J., y Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona: INDE.
- González-Alonso, J., Teller, C., Andersen, S. L., Jensen F. B., Hyldig T., Nielsen B. (1999). Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *J. Appl. Physiol.* 86(3), 1032.
- Gorostiaga, E. (2004). *Adaptación al ejercicio en ambiente caluroso*. Madrid: C.O.E.
- Gorostiaga, E., y Olive, R. (2007). *Adaptaciones al clima y al horario de Pekin'08*. Madrid: C.O.E.
- Gottschall, J. S., y Palmer, B. M. (2002). The acute effects of prior cycling cadence on running performance and kinematics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 1518-1522.
- Guezennec, C. Y., Vallier, J. M., Bigard, A. X., y Durey, A. (1996). Increase in energy cost of running at the end of a triathlon. *European Journal Applied Physiology and Occupational Physiology*, 73(5), 440-445.

- Gutiérrez-Dávila, M. y Oña, A. (2005). Las fases en la planificación teórica de la investigación científica. En *Metodología en las Ciencias del Deporte* (pp.75-115). Madrid: Síntesis.
- Guatón, A. (1983). *Fisiología humana*. Madrid: Interamericana.
- Haljand, K., y Absaliamov. A., (1989). *Swimming competition analysis of European Swimming Championships*. L.E.N. Bonn.
- Harre, D. (1987). *Teoría del entrenamiento deportivo*. Buenos Aires: Stadium.
- Hasegawa, H., Takatori, T., Komura, T., y Yamasaki, M. (2006). Combined effects of pre-cooling and water ingestion on thermoregulation and physical capacity during exercise in a hot environment. *J. Sports Sci.* 24(1), 3.
- Hauswirth, C., Bigard, A. X., y Guezennec, C. Y. (1997) Relationships between running mechanics and energy cost of running at the end of a triathlon and a marathon. *International Journal of Sport Medicine*, 18, 330-339.
- Hauswirth, C., Lehenaff, D., Dreano, P., y Savonen, K. (1999). Effects of cycling alone or in a sheltered position on subsequent running performance during a triathlon. *Medicine Science Sport Exercise*, 31(4): 599-604.
- Heinemann, K. (2003). La pregunta de la investigación. En *introducción a la metodología de la investigación empírica* (pp. 23-38). Barcelona: Paidotribo.
- Holloszy, J. O. (1975). Adaptation of skeletal muscle to endurance exercise. *Medicine Science Sport Exercise*, 7(3), 155-64.
- Hue, O., Le Gallais, D., Chollet, D., Boussana, A., y Prefaut, C. (1998). The influence of prior cycling on biomechanical and cardiorespiratory response profiles during running in triathletes. *European Journal of Applied Physiology*, 77(1-2), 98-105.

- Hughes, M., Cooper, S. M., y Nevill, A. (2002). Analysis procedures for non-parametric data from performance analysis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2(1), 6-20.
- Hutteau, M., Bertucci, W., y Lodini, A. (2007). Effect of using a complete wetsuit and a tri function on swimming speed and amplitude in triathlon. *Science y Sports*, 22:60–62.
- Issurin, V. (2012). *Entrenamiento deportivo*. Barcelona. Paidotribo.
- Jensen, M., Stellingwerff, T., y Klimstra, M. (2015). Carbohydrate Mouth Rinse Counters Fatigue Related Strength Reduction. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. Jun, 25(3), 252-261.
- Johnstone, J. (2000). La historia del comienzo del Triatlón. Recuperado el 2 de octubre de 2008 de <http://www.tricamaleon.com/historia/htm>
- Judelson, D., Maresh, C., Anderson, J., Armstrong, E., Casa, D., Kraemer, W., y Volek, J. (2007). Hydration and Muscular Performance Does Fluid Balance Affect Strength, Power and High-Intensity Endurance? *Sports Med*, 37(10), 907-921.
- Judelson, D., Maresh, C., Yamamoto, L., Farrell, J., Armstrong, L., Kraemer, W.,... Anderson, M. (2008). Effect of hydration state on resistance exercise-induced endocrine markers of anabolism, catabolism, and metabolism. *Journal of Applied Physiology*, 105(3), 816-824.
- Jeukendrup, A., (2003). Modulation of carbohydrate and fat utilization by diet, exercise and environment. *Biomechanical society*, 31(6).
- Kohrt, W. M., Morgan-Don, W., Bates, B., y Skinner, J. S. (1987). Physiological responses of triathletes to maximal swimming, cycling, and running. *Medicine Science Sports Exercise*, 19(1), 51-55.

- Kohrt, W. M., O'Connor, J. S., y Skinner, J. S. (1989). Longitudinal assessment of responses by triathletes to swimming, cycling, and running. *Medicine Science Sports Exercise*, 21(5), 569-575.
- Kreider, R. B. (1991). Physiological considerations of ultraendurance performance. *International Journal Sport Nutrition*, 1(1), 3-27.
- Kreider, R. B., Boone, T., Thompson, W. R., Burkes, S., y Cortés, C. W. (1988). Cardiovascular and thermal responses of triathlon performance. *Medicine Science Sport Exercise*, 20(4), 385-390.
- Quigley, E. J., y Richards, J. G. (1996). The effects of cycling on running mechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 12, 470-479.
- Lago, J. (2003). Biomecánica del triatlón distancia olímpica. *www.efdeportes.com*, *Revista Digital*, Buenos Aires, 8(58).
- Landers, G. J. (2002). Anatomical, biomechanical and physiological loading during human endurance performance at selected limb cadences via triathlon. Doctoral Thesis. Department of Human Movement and Exercise Science. The University of Western Australia.
- Landers, G. J., Blanksby, B. A., Ackland, T. R., y Smith, D. (2000). Morphology and performance of world championship triathletes. *Annals Human Biology*, 27(4), 387-400.
- Laurenson, N. M., Fulcher, K. Y., y Korkia, P. (1993). Physiological characteristics of elite and club level female triathletes during running. *International Journal Sports Medicine*, 14(8), 455-459.
- Laursen, P. B. (2011). Long distance triathlon: demands, preparation and performance. *J. Hum. Sport Exerc.*, 6(2), 231-237.

- Leake, C. N. y Carter, J. E. (1991). Comparison of body composition and somato-type of trained female triathletes. *Journal Sports Science*, 9(2), 125-135.
- Lehenaff, D. y Bertrand, D. (2001a). La prehistoria del triatlón: del pentatlón moderno “heleno” al triatlón “californiano”. En *El Triatlón*. (pp.15-18). Barcelona: Inde.
- Lehenaff, D. y Bertrand, D. (2001b). Las condiciones para la aparición del triatlón. En *El Triatlón*. (pp.19-21). Barcelona: Inde.
- Le Meur, Y., Hauswirth, C., Dorel, S., Bignet, F., Brisswalter, J., y Bernard, T. (2009) Influence of gender on pacing adopted by élite triathletes during competition. *European Journal of applied Physiology*. 535-545.
- Lepers, R. (2008). Analysis of Hawáii ironman performances en élite triathletes from 1981-2007. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2008, 1828-1834.
- López Román, J., Martínez, A., Luque, A., y Villegas, J.A., (2008). Estudio comparativo de diferentes procedimientos de hidratación durante un ejercicio de larga duración. *Archivos de medicina del deporte*, 25(123), 29-38.
- Lorenzo, S., Halliwill, J.R., Sawka, M.N., Minson, C.T. (2010). Heat acclimation improves exercise performance. *J Appl Physiol*, 109, 1140-1147.
- Maughan, R., y Shirreffs, S., (2010). Development of hydration strategies to optimize performance for athletes in high-intensity sports and in sports with repeated intense efforts. *Scand J Med Sci Sports*: 20 (Suppl. 2): 59-69.
- McArdle, W.D., Katch, F., y Katch, V. (1996). *Exercise Physiology*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Matveev, L. P. (2001). *Teoría general del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.

- Millet, G. P., Candau, R. B., Barbier, B., Busso, T., Rouillon, J. D., y Chatard, J. C. (2002). Modelling the transfers of training effects on performance in élite triathletes. *International Journal Sports Medicine*, 23(1), 55-63.
- Millet, G. P., Millet, G. Y., y Candau, R. B. (2001). Duration and seriousness of running mechanics alterations after maximal cycling in triathletes. Influence of the performance level. *Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 41, 147-153.
- Millet, G. P., Millet, G. Y., Hofmann, M. D., y Candau, R. B. (2000). Alterations in running economy and mechanics after maximal cycling in triathletes: influence of performance level. *International Journal Sports Medicine*, 21(2), 127-32.
- Millet, G. P., y Vleck, V. E. (2000). Physiological and biomechanical adaptations to the cycle to run transition in Olympic triathlon: review and practical recommendations for training. *Brithis Journal Sports Medicine*, 34(5), 384-90.
- Mora, J. (2001). *Triatlón*. Barcelona: Hispano-Europea.
- Mora, R., y Aguado R. (2006). Influencia del calor ambiental en un tests incremental de lactato. *I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte*. 287-294.
- Mujika, I., González de Txabarri, R., Pyne, D. (2010). Effects of a new evaporative cooling solution during rowing in a warm environment. *Int J Sports Physiol Perform*, 5, 412-416.
- Naclerio (2010). *Entrenamiento deportivo. Fundamentos y aplicaciones en diferentes deportes*. Panamericana, Madrid.
- Navarro, F., Oca, A., y Castañón, J. (2003). *El entrenamiento del nadador joven*. Madrid: Gymnos.

- Navarro, F., Oca, A., y Rivas, A. (2010). *Planificación del entrenamiento y su control*. Madrid: Gymnos.
- Norton, K., y Olds, T. (eds.) (1996). *Anthropometrica*. Sydney (Australia): University of New South Wales Press.
- Nuder, J., y Odenwald, S. (2010). Performance validation of swimsuits by mechanical testing. *8th Conference of International Sport Engineering Association (ISEA)*.
- O'Toole, M. L., y Douglas, P. S. (1995) Applied physiology of triathlon. *Sports Medicine*, 19(4), 251-267.
- O'Toole, M. L., Douglas, P. S., y Hiller, W. D. (1989). Applied physiology of a triathlon. *Sports Medicine*, 8(4), 201-225.
- O'Toole, M. L., Douglas, P. S., y Hiller, W. D. (1989). Lactate, oxygen uptake, and cycling performance in triathletes. *International Journal Sports Medicine*, 10(6), 413-418.
- Palazzetti, S., Margaritis, I., y Guezennec, C. Y. (2005). Swimming and cycling overloaded training in triathlon has no effect on running kinematics and economy. *International Journal of Sport Medicine*, 26(3), 193-199.
- Paton, C. D., y Hopkins. W. G. (2005). Competitive Performance of Elite Olympic-Distance Triathletes: Reliability and Smallest Worthwhile Enhancement. *Sportscience*, 9, 1-5, (sportsci.org/jour/05/wghtri.htm).
- Parlebas, P. (1981). *Contribucion ä un lexique commenté en science de l'action motrice*. París: Insep.
- Parlebas, P. (1988). *Elementos de sociología del deporte*. Junta de Andalucía. Málaga: Unisport.

- Parsons, L., y Day, S. J. (1986). Do wet suits affect swimming speed? *Brithis Journal Sports Medicine*, 20(3), 129-131.
- Peeling, P., y Landers, G. (2009). Swimming intensity during triathlon: A review of current research and strategies to enhance race performance. *Journal of Sports Sciences*, August 2009, 27(10), 1079-1085.
- Peronnet, F., Thibault, G., Ledoux, M., y Brisson, G. (1991). *Le marathon. Equilibre énergétique, alimentation et entraînement du coureur sur route*. Quebec: Decare et Vigot.
- Persyn, U., y Colman, V. (1997). Flow visualisation and propulsion in undulated swimming techniques. *Desafios contemporaneous en natacao*. Oporto, Portugal.
- Pfützner A., y Grosse S. (1997). L'entraînement aux enchaînements: objectif majeur de l'entraînement spécifique en triathlon. In: Lehenaff D, Helal H, (eds). *Un sport, deux enchaînements, trois disciplines: le triathlon. Actes du premier symposium international de l'entraînement en triathlon. Les cahiers de l'INSEP*, 20, 143-145.
- Platonov, V. N. (1988). *El entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Prado, A., (2014). The wetsuit effect: physiological response to wearing a wetsuit. (Tesis sin publicar), Universidad de Nevada, Las Vegas.
- Quod, M. J., Martin, D. T., Laursen, P. B. (2006). Cooling athletes before competition in the heat. Comparison of techniques and practical considerations. *Sports Med.*, 36, 671-682.
- Real Decreto, 3473/2000, de 29 de diciembre. Recuperado el 15 de septiembre de 2008 de http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd3473-2000.html

Real Decreto, 1363/2007, de 24 de octubre. Recuperado el 15 de septiembre de 2008 de <http://www.csd.gob.es/csd/noticias/8-de-noviembre-de-2007-boe-num-268.pdf>

Refoyo, I. (2001). *La decisión táctica de juego y su relación con la respuesta biológica de los jugadores. Una aplicación al baloncesto como deporte de equipo*. (Tesis doctoral). Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

Rivas, A. (2004). Natación: Entrenamiento Modelado: estudio de la frecuencia de ciclo para su prescripción y control. *VII Jornadas Técnicas de Triatlón*. Federación Española de Triatlón. Madrid.

Ross, M., Abbiss, C., Laursen, P., Martin, D., Burke, L. (2013). Pre-cooling methods and their effects on athletic performance: a systematic review and practical applications. *Sports Med.*, 43, 207-225.

Ruiz, G. (2006). *El triatlón como modelo de sistema deportivo en el contexto nacional español e internacional: determinantes para su desarrollo y la consecución del éxito*. (Tesis doctoral). Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo.

Saltin, B., y Strange, S. (1992). Maximal oxygen uptake: “old” and “new” arguments for a cardiovascular limitation. *Medicine Science Sport Exercise*, 24(1), 30-7.

Sánchez, F. (2000). *Deportes de equipo: análisis funcional, evaluación y aprendizaje de la táctica*. Máster en Alto Rendimiento Deportivo. C.O.E. – U.A.M. Madrid.

Sánchez, F. (1986). *Didáctica de la educación física y el deporte*. Madrid: Gymnos.

Sawka, N., y Scott, M. (2000). Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress1-4. *Am J Clin Nutr*, 72 (suppl): 564S–72S.

- Sawka, N., Burke, L., Eichner, E., Maugham, J., Mountain, J., y Stachelfeld (2007). Exercise and Fluid Replacement. *Medicine & science in sports & exercise*.
- Schabort, E. J., Killian, S. C., Gibson, A., Hawley, J. A., y Noakes, T. D. (2000). Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes. *Medicine Science Sports Exercise*, 32(4), 844-849.
- Schneider, D. A., Lacroix, K. A., Atkinson, G. R., Troped, P. J., y Pollack, J. (1990). Ventilatory threshold and maximal oxygen uptake during cycling and running in triathletes. *Medicine Science Sports Exercise*, 22(2), 257-264.
- Silverthorn, U. (2007). *Fisiología humana, un enfoque integrado*. Madrid: Panamericana.
- Sleiver, G. G., y Rowlands, D. S. (1996). Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. *Sports Medicine*, 22(1), 8-18.
- Sleivert, G. G., y Wenger, H. A. (1993). Physiological predictors of short-course triathlon performance. *Medicine Science Sports Exercise*, 25(7), 871-876.
- Smolander, J., Kolari, P., Korhonen, O., y Ilmarinen, P. (1986). Aerobic and anaerobic responses to incremental exercise in a thermoneutral and a hot dry environment. *Acta Physiol. Scand.* 128, 15-21.
- Smolander, J., Kolari, P., Korhonen, O., y Ilmarinen, P. (1987). Skin blood flow during incremental exercise in a thermoneutral and a hot dry environment. *Eur. J. Appl. Physiol.* 56, 273-280.
- Svensson, T. (1999). *El almanaque completo del triatlón*. Barcelona: Paidotribo.
- Tomikawa, M., Shimoyama, Y., y Nomura, T., (2008). Factors related to the advantageous effects of wearing a wetsuit during swimming at different sub-maximal velocity in triathletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11, 417-423.

- Toussaint, H. M., Bruinink, L., Coster, R., De Looze, M., Van Rossem, B., Van Veenen, R., De Groot, G. (1989). Effect of a triathlon wet suit on drag during swimming. *Medicine and Science in Sport and Exercise*. 21(3), 325-328.
- Toussaint, H. M. (1990). Differences in propelling efficiency between competitive and triathlon swimmers. *Medicine Science Sports Exercise*, 22(3), 409-415.
- Ulsamer, S., Rust, C. A., Rosemann, T., Lepers, R., y Knechtle, B. (2014). Swimming performances in long distance open-water events with and without wetsuit. *Sports Science, Medicine, and Rehabilitation*, 6, 20.
- USATRIATLON. (1999). *History of Triathlon*. Recuperado el 25 de septiembre de 2008 de http://usatriathlon.org/viewRelease.asp?File=01-11-1999_3txt
- USATRIATLON. (2003). *History of Triathlon*. Recuperado el 25 de septiembre de 2008 de http://www.usatriathlon.org/New_Info/news_history_frames.htm
- Valero, R. (2003). *Triatlón de Guadalajara*. Recuperado el 21 de septiembre de 2008 de http://www.triguada.org/tri_gua.htm
- Van Schuylenbergh, R., Eynde, B. V., y Hespel, P. (2003). Prediction of sprint triathlon performance from laboratory tests. *European Journal Applied Physiology*, 26(2), 161-168.
- Viru, A., y Viru, M. (2003). *Análisis y control del rendimiento deportivo*. Madrid. Paidotribo.
- Vleck, V. E., Bürgi, A., Bentley, D. J. (2006). The Consequences of Swim, Cycle, and Run Performance on Overall Result in Elite Olympic Distance Triathlon. *International Journal Sports Medicine*, 27, 43-48.
- Vleck, V. E., Bentley, D. J., Millet, G. P., y Bürgi, A. (2007). Pacing during an elite olympic distance triathlon: comparison between male and female competitors. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10.1016/j.jsams.2007.01.006.

- Wegmann, M., Faude, O., Poppendieck, W., Hecksteden, A., Fröhlich, M., Meyer, T. (2012). Pre-cooling and sports performance: a meta-analytical review. *Sports Med.*, 42, 545-564.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Madrid. Paidotribo.
- Wilmore, D., y Costill, D. (1994). *Physiology of sport and exercise*. Champaign: Human Kinetics.
- Withers R. T., Norton K. I., Craig N. P., Hartland M. C., y Venables W. (1987) The relative body fat and anthropometric prediction of body density of South Australian females aged 17-35 years. *European Journal Applied Physiology*, 56(2), 181-190.
- Zhou, S., Robson, S. J., King, M. J., y Davie, A. J. (1997). Correlations between short-course triathlon performance and physiological variables determined in laboratory cycle and treadmill tests. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*, 37(2), 122-130.